В. В. ВОЗНЮК

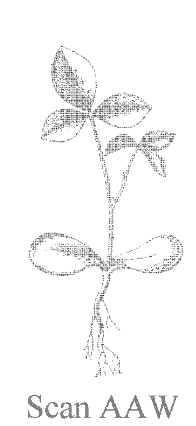
В помощь школьному радиокружку

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 750

В. В. ВОЗНЮК

В ПОМОЩЬ ШКОЛЬНОМУ РАДИОКРУЖКУ



«ЭНЕРГИЯ»

МОСКВА 1970

6Ф2.9
В 64
УДК 015 : 621.37/39.032

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Берг А. И., Борисов В. Г., Бурдейный Ф. И., Бурлянд В. А., Ванеев В. И., Геништа Е. Н., Жеребцов И. П., Канаева А. М., Корольков В. Г., Кренкель Э. Т., Куликовский А. И., Смирнов А. Д., Тарасов Ф. И., Шамшур В. И.

Вознюк В. В.

В 64 В помощь школьному радиокружку. М., «Энергия», 1970.

80 с. с илл. (Массовая радиобиблиотека. Вып. 750).

Брошюра написана на основании опыта работы автора с юными радиолюбителями на станции юных техников г. Новосибирска.

В брошюре содержатся методические указания о ведении радиокружка, описания различных конструкций на лампах и транзисторах.

Рассчитана на начинающих радиолюбителей.

3-4-5
309-70

6Ф2.9

РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И КРУЖКИ ЮНЫХ РАДИОЛЮБИТЕЛЕЙ

Наша страна — родина радио. Человечество навсегда сохранит память о гениальном русском ученом Александре Степановиче Попове, продемонстрировавшем 7 мая 1895 г. на заседании Русского физико-химического общества в Петербурге изобретенный им прибор, способный принимать электромагнитные волны.

Немногим более 70 лет прошло со дня изобретения первого в мире радиоприемника. Для техники это сравнительно небольшой срок. Но радиотехника и электроника за это время прочно вошли в культуру и быт людей. Радиоэлектроника позволяет видеть на экранах телевизоров кинофильмы, спектакли, обнаруживать предметы на больших расстояниях, плавить металл, лечить тяжелые заболевания, управлять космическими кораблями и многое другое. Именно радиоэлектроника позволила сфотографировать невидимую с Земли сторону Луны, видеть выход человека в открытый космос. Радиоэлектроника помогла ученым расщепить атом, создать мощные ускорители элементарных частиц, глубже заглянуть в микромир. Сейчас нет такой отрасли науки, промышленности, в которой в той или иной степени не применялась бы радиоэлектроника.

Значительный вклад в развитие радиотехники и радиоэлектроники в нашей стране внесли радиолюбители. Их умелыми руками сконструировано много разнообразных приборов для народного хозяйства, медицины, науки, техники, культуры. Они же являются и пропагандистами радиотехнических знаний среди широких слоев населения.

Среди радиолюбителей много юных. Они занимаются полюбившимся им делом в кружках Домов и Дворцов пионеров, станций и клубов юных техников, школ, радиоклубов ДОСААФ, самостоятельно дома. Изучая основы радиоэлектроники, они конструируют приемники, усилители, различные приборы.

Творчество юных нередко носит общественно полезный характер. Радиолюбители Новосибирской областной станции юных техников, например, за последние пять лет радиофицировали самодельными транзисторными приемниками более 100 полевых бригад и станов колхозов и совхозов, создали несколько электронных приборов для сельского хозяйства и медицины. В поликлиниках г. Новосибирска нашли применение «Белый шум» — прибор, ослабляющий болевые ощущения при обработке больного зуба бормашиной, потенциалометр — прибор, позволяющий измерять разность потенциалов между зубным протезом и телом человека, прибор для УВЧ терапии, облучающий токами высокой частоты только один больной зуб. В краеведческом музее города работает сконструированный ребятами электронный экскурсовод. Юные радиолюбители Станции — постоянные участники местных и Всесоюзных радиовыставок.

Юные радиолюбители Дома пионеров г. Черепаново Новосибирской области тоже сконструировали несколько приборов для медицины, народного хозяйства, а кружковцы клуба юных техников Сибирского отделения Академии наук СССР разработали и передали в научно-исследовательские институты ряд приборов для научных целей.

Примеров творчества юных радиолюбителей и их общественно полезных дел много. Они есть в каждой области, во многих школах.

С чего начинать? Как научить ребят конструировать усилители, приемники, радиотехнические устройства и приборы? Подобные вопросы всегда волнуют организаторов и руководителей кружков юных радиолюбителей, и особенно тех из них, кто принимается за это дело впервые. Задача автора этой книжки — попытаться ответить на эти и некоторые другие вопросы.

Радиокружок надо рассматривать как самодеятельное объединение школьников, желающих в часы досуга научиться самим строить радиоприемники и другие радиоконструкции, изучить основы радиоэлектроники. Задача руководителя кружка — удовлетворить и развить интересы кружковцев к радиотехнике.

В каждой восьмилетней и средней школе есть, конечно, ребята, интересующиеся радиотехникой. Многие из них занимаются радиолюбительством дома, часто в одиночку. Однако изучать основы радиоэлектроники и овладевать радиоконструированием лучше, конечно, в кружках школ и внешкольных учреждений, где есть для того соответствующие условия — имеются инструменты, материалы, детали, приборы. Кружки юных радиолюбителей могут создаваться и по месту жительства — при домоуправлениях, ЖЭК.

Занятия пионеров и школьников радиолюбительством носит политехнический характер. Ведь для того, чтобы построить радиоприемник или любой другой радиотехнический прибор, требуются знания по физике, математике. Занимаясь же в кружках, они вооружаются теорией и практикой по электро- и радиотехнике, приобретают навыки обращения с инструментами, с измерительной аппаратурой, учатся читать и вычерчивать электрические схемы, знакомятся с простыми технологическими процессами, конструируют.

Состав кружка должен быть примерно однородным по возрасту, общему развитию и интересам ребят. В один кружок следует включать учащихся не более чем двух смежных классов. Наиболее эффективно может быть организована работа кружка, если он будет укомплектован учащимися одного класса.

Как показала практика, радиолюбительством успешно занимаются учащиеся, начиная с 6—7 классов. У них уже есть необходимые знания, позволяющие понять физические основы радиотехники.

Ниже приводятся примерные программы кружков юных радиолюбителей первого и второго года занятий. Они приемлемы как для школ, так и для внешкольных учреждений. Первая из них, рассчитанная на учащихся 6—8 классов, ранее не занимавшихся радиолюбительством, разработана Центральной станцией юных техников РСФСР, но она претерпела некоторые изменения: расширены некоторые темы, предложены новые практические работы. Примерная программа второго года занятий, являющаяся логическим продолжением программы кружка первого года занятий, разработана коллективом Новосибирской областной станции юных техников и проверена в школах и внешкольных учреждениях Новосибирска и области. Рассчитана она на учащихся 8—10 классов. Но это не зна-

чит, что кружок учащихся 8—9 классов должен заниматься только по этой программе. Здесь нужен индивидуальный подход к кружковцам, необходимо учитывать их знания в области электро- и радиотехники. Если учащиеся этих классов ранее не занимались радиотехникой, то для них нужно создавать кружок, который будет заниматься по первой программе. Кружок же второго года занятий должен быть укомплектован учащимися, имеющими знания и опыт в объеме программы кружка первого года занятий.

Очень важно, чтобы кружковцы не только научились монтировать радиолюбительские конструкции, но и знали физические процессы, происходящие в них, поняли работу того или иного прибора, умели производить несложные расчеты блоков и узлов аппаратуры. Но и не следует перегружать занятия кружка сообщением теоретических сведений, превращая их в своеобразные уроки. Начинающим радиолюбителям — учащимся 6—7 классов на занятиях кружка нужно сообщать лишь некоторые сведения из электротехники и радиотехники, доступные пониманию, и только в том объеме, который совершенно необходим для осуществления намеченной практической работы. Не следует давать полных обоснований и исчерпывающих формулировок законов физики. Надо только подводить кружковцев к этим законам, указывать на их практическое применение.

Теоретические сведения сообщаются в виде популярных бесед, сопровождаемых демонстрацией опытов, радиодеталей, готовых конструкций, с приведением возможно большего числа аналогий, схем и рисунков.

Плакаты по электро- и радиотехнике можно получить через магазин «Книга — почтой».

Схемы и описания радиолюбительских конструкций можно выписать через радиотехническую консультацию Центрального радиоклуба СССР (Москва). Школьные радиокружки всегда могут получить необходимую консультацию в местных Домах и Дворцах пионеров, в клубах и станциях юных техников. Различные схемы, рисунки, необходимые кружку, можно найти в журналах «Радио», «Юный техник», «Моделист-конструктор», в брошюрах и книгах массовой радиобиблиотеки.

Нужны, разумеется, и книги по основам радиотехники. В первую очередь кружковцам следует рекомендовать книги «Юный радиолюбитель» Борисова В. Г. и Отряшенкова Ю. М. и «Хрестоматию радиолюбителя» Бурлянда В. А. и Жеребцова И. П. Большую пользу могут оказать и книги Айсберга «Радио... Это очень просто!» и «Транзистор!... Это очень просто!». Если в продаже этих книг нет, то они могут быть в библиотеках.

План работы кружка составляет руководитель кружка на весь учебный год на основе программы. Однако программа кружка является примерной. Это значит, что с учетом местных условий, интересов кружковцев, школы или внешкольного учреждения, она может быть несколько изменена, некоторые темы расширены или сокращены, заменены практические работы. Надо стремиться, чтобы изучение кружковцами основ радиоэлектроники и конструирование шло от самого простого к сложному. Переход от одной темы к другой должен быть всегда логическим, обоснованным.

Практическая работа кружка, являющаяся основой его деятельности, не должна быть самоцелью. Собирая и монтируя те или иные конструкции, необходимо иметь представление о принципе их ра-

боты, о назначении отдельных деталей и узлов конструкции, уметь налаживать и регулировать их, находить и устранять неполадки. Только в этом случае занятия в кружке принесут всем кружковцам большую пользу. Однако, к сожалению, в погоне за эффективными конструкциями отдельные кружковцы, часто с позволения самого руководителя, иногда берутся за изготовление сложных приемников и приборов по готовым описаниям. Это непременно приводит к бессознательному копированию незнакомой и непонятной конструкции. Чтобы закончить такие конструкции, руководителю приходится уделять этим кружковцам много внимания, а иногда самому доводить конструкцию до конца. Такое «радиолюбительство» приносит, безусловно, только вред, и не только тому кружковцу, который взялся за непосильную работу, но и всему кружку. Для практической работы надо наметить только те конструкции и приборы, которые от начала до конца будут изготовлены и налажены самими кружковцами.

Среди кружковцев будут, несомненно, такие, которые пожелают изготовлять приемники или прибор для личного пользования, для дома. Это желание по возможности нужно удовлетворять, если, конечно, эти конструкции близки по тематике содержанию работы кружка.

Если в школе или внешкольном учреждении организуются специализированные радиоспортивные кружки, например «охотников на лис» или коротковолновиков, программы занятий таких кружков можно получить в местном радиоклубе ДОСААФ. Комплектовать такие кружки рекомендуется из ребят, знакомых с основами радиотехники в объеме программы первого года занятий.

Как бы ни были обширны знания и опыт руководителя кружка, планомерная работа с членами кружка требует заблаговременной подготовки к каждому занятию. Надо подбирать довольно простые, но эффективные опыты, аналогии, примеры, вопросы, задачи и другие материалы, относящиеся к занятию кружка по данной теме. Хорошая подготовка к знанию кружка способствует качественному усвоению теоретического материала, благоприятно влияет на выполнение практических работ, повышает авторитет руководителя кружка. Кружковцам надо рекомендовать читать научно-популярные книги и журналы по радиотехнике, особенно журнал «Радио», регулярно записывать в тетради сведения, получаемые на занятиях кружка, чертить в них схемы конструкций, создавая таким образом своего рода справочники, которые пригодятся им в их практической деятельности.

Кружок должен иметь постоянную связь с местным Домом или Дворцом пионеров, радиоклубом ДОСААФ, областной или республиканской станцией юных техников. Эти учреждения помогут правильно спланировать работу кружка, организовать радиоспортивные соревнования, выставку работ юных радиолюбителей. Радиоклуб, кроме того, может выделить для работы кружка некоторые материалы и радиодетали.

Уже стали традиционными спортивные радиоигры школьников, включающие в себя соревнования по «Охоте на лис», скоростной сборке генераторов или приемников, хождению по азимуту и работе в радиосети, передаче и приему радиограммы на ключе. Регулярно проводятся городские, зональные и Всесоюзные выставки работ радиолюбителей-конструкторов, на которые представляют свои работы и юные радиолюбители. Ежегодно во время весенних школь-

ных каникул проводятся соревнования юных ультракоротковолновиков.

Дело чести кружка юных радиолюбителей — активно участвовать в этих и подобных им мероприятиях. Это активизирует работу кружка, сплачивает его коллектив вокруг новых задач.

Радиолюбители-мальчики — это будущие воины Советской Армии. Знания основ радиотехники и электроники помогут им в их службе связистами Вооруженных сил СССР.

ПРИМЕРНАЯ ПРОГРАММА КРУЖКА ЮНЫХ РАДИОЛЮБИТЕЛЕЙ 1-ГО ГОДА ЗАНЯТИЙ

Тема 1. Радиотехника и радиолюбители (1 час)

7 мая — традиционный праздник «День радио». Изобретатель радио А. С. Попов. Краткие сведения об изобретении первого в мире радиоприемника, вклад русских и советских ученых в развитие радиотехники. В. И. Ленин о радио.

Значение радиотехники и электроники в науке, техническом прогрессе, культурной жизни, обороне страны, в завоевании космического пространства.

Радиолюбители — резерв кадров радиотехнической и радиоэлектронной промышленности и организаций связи. Общественно полезная работа юных радиолюбителей.

Тема 2. Основы радиопередачи и радиоприема (5 часов)

Понятие о строении вещества. Электрический ток. Единицы измерения электрического напряжения, тока, мощности, сопротивления проводников и резисторов.

Закон Ома — основной закон электрической цепи. Приборы для электрических измерений и их включение.

Катушки индуктивности, разновидности катушек. Резисторы и их разновидность. Конденсаторы, их устройство и разновидности. Единицы измерения индуктивности и емкости.

Понятие об электромагнитных колебаниях и длине радиоволны. Скорость распространения радиоволн. Принципы проводной связи. Токи высокой и низкой частоты. Блок-схема осуществления беспроводной связи. Понятие о модуляции и детектировании. Принцип работы радиоприемника.

Практическая работа. Ознакомление с химическими источниками электрической энергии — гальваническими элементами и аккумуляторами. Соединение гальванических элементов и аккумуляторов в батареи. Опыты с замкнутой электрической цепью. Сборка и испытания простейшего устройства для проводной связи (микрофон, телефон).

Опыты с учебным генератором высокой частоты. Экскурсия на радиостанцию или радиоузел.

Тема 3. Колебательный контур. Устройство и работа простейшего детекториого приемника (8 часов)

Механические колебания и условия их возникновения. Затухающие и незатухающие колебания. Резонанс. Электрический колебательный контур — составная часть любого радиоприемного и передающего устройства. Детали, входящие в колебательный контур.

Возникновение электрических затухающих колебаний в контуре. Зависимость собственной частоты колебательного контура от индуктивности катушки и емкости конденсатора.

Простейший радиоприемник — детекторный. Принцип работы, назначение деталей приемника. Блокировочный конденсатор, его назначение и выбор его емкости. Полупроводниковый диод как односторонний проводник тока.

Практическая работа. Вычерчивание принципиальных схем детекторных приемников. Составление монтажных схем и изготовление детекторных приемников. Сооружение антенны и заземления. Опробование готовых детекторных приемников.

Тема 4. Электронные лампы и полупроводниковые приборы (10 часов)

Устройство двухэлектродной электронной лампы — диода. Наименование электродов лампы. Назначение каждого электрода. Параметры диода. Устройство, обозначение и работа трехэлектродной лампы — триода. Работа триода в режиме усилителя электрических колебаний. Устройство и работа тетрода и пентода. Преимущества тетродов и пентодов по сравнению с триодами. Междуэлектродные емкости.

Лучевые тетроды и выходные пентоды. Выходная мощность лучевых тетродов и выходных пентодов. Включение телефонов и громкоговорителя в анодную цепь выходной лампы.

Комбинированные радиолампы. Цоколевка радиоламп. Выбор режима работы радиолампы по справочным данным.

Понятие о полупроводниковых материалах *n*-типа и *p*-типа. Устройство, принцип работы и обозначение полупроводниковых диодов. Маркировка, применение и основные параметры диодов.

Транзистор — трехэлектродный полупроводниковый прибор. Устройство, классификация, схемы включения и физическая сущность работы транзисторов.

Меры предосторожности при работе с полупроводниковыми приборами.

Практические работы. Опыты с электронными лампами. Сборка простейших устройств на лампах: однолампового усилителя низкой частоты к детекторному приемнику, простого однолампового приемника на пентоде с сеточным детектированием без обратной связи, приемника на одном транзисторе, приемника типа «Радиоточка» на двух транзисторах.

Тема 5. Трансформаторы низкой частоты и выпрямители переменного тока (8 часов)

Устройство, принцип работы и назначение трансформаторов низкой частоты. Силовые и выходные трансформаторы, их простейший расчет.

Выпрямление переменного тока с помощью кенотронов — на двухэлектродных лампах и полупроводниковых диодах. Одно- и двухполупериодное выпрямление переменного тока.

Принципиальные схемы выпрямителей на кенотронах и полупроводниковых диодах. Назначение и принцип работы фильтра выпрямителя.

Техника безопасности при работе с выпрямителями.

Практические работы. Вычерчивание схем выпрямителей на кенотронах и полупроводниковых диодах. Подбор деталей для выпрямителя. Изготовление выпрямителя для испытаний конструкций кружка.

Тема 6. Усилители низкой частоты (25 часов)

Назначение усилителей низкой частоты. Принцип работы однотактного и двухтактного усилителя низкой частоты. Усилители напряжения и усилители тока низкой частоты.

Принципиальные схемы транзисторных и ламповых усилителей низкой частоты. Монтажные схемы, конструкции и детали усилителей низкой частоты.

Работа радиотрансляционного узла.

Практические работы. Вычерчивание схем усилителей низкой частоты на электронных лампах и транзисторах. Изготовление двухлампового усилителя низкой частоты для воспроизведения грамзаписи. Конструирование усилителя для школьного радиоузла мощностью 15—25 *вт.* Монтаж и налаживание транзисторных усилителей низкой частоты для проигрывания грампластинок и переносных радиоприемников.

Тема 7. Простые приемники прямого усиления (20 часов)

Блок-схемы приемников прямого усиления 0-V-1, 1-V-1, 1-V-2. Усилители высокой частоты на электронных лампах и транзисторах. Составные элементы усилителя высокой частоты. Способы междукаскадной связи в усилителях высокой частоты.

Положительная обратная связь и ее влияние на избирательность и чувствительность приемника. Способы получения положительной обратной связи в приемниках прямого усиления.

Переносные транзисторные приемники. Требования, предъявляемые к переносным приемникам.

Практические схемы ламповых и транзисторных приемников. Компоновка деталей и узлов приемников. Техника монтажа, настройка приемников, борьба с самовозбуждением.

Практические работы. Вычерчивание схем несложных ламповых и транзисторных приемников прямого усиления с обратной связью. Составление монтажных схем, изготовление панелей и корпусов для приемников. Монтаж, проверка монтажа и налаживание простых радиоприемников прямого усиления. Испытание транзисторных приемников в походных условиях.

Тема 8. Итоги работы кружка за учебный год, задачи на период летних школьных каникул (6 часов)

Сообщение руководителя об итогах работы кружка: что узнали, чему научились. Демонстрация наиболее удачных конструкций кружка. Организация и проведение отчетной выставки.

Участие кружковцев в соревнованиях по «Охоте на лис», скоростной сборке приемников, в хождении по азимуту и работе в радиосети. Проведение похода с целью радиофикации полевых станов и бригад совхозов и колхозов.

Литература для самостоятельного изучения радиотехники и электроники.

Пояснительная записка к примерной программе кружка 1-го года занятий

В результате работы кружка школьники должны получить элементарные представления о принципах радиопередачи и радиоприема. При изучении темы 2 рекомендуется изготовить и продемонстрировать модель первого приемника А. С. Попова, показать, как влияет антенна на дальность его действия. Принцип осуществления проводной связи можно продемонстрировать на простейшей линии связи, составленной из головного телефона и микрофона.

Практическая работа по теме 3 должна привить кружковцам навыки элементарного конструирования, монтажа и оформления конструкции, а главное — понять принцип работы колебательного контура, детектора и телефона.

Беседу по теме 4 нужно начинать с напоминания о том, что детекторный приемник (по теме 3) не может обеспечить громкоговорящего приема Уместно будет сразу же рассказать о необходимости усиления колебаний низкой и высокой частот, для чего служат электронные лампы и транзисторы. Такой переход к изучению новых деталей вполне логичен и убеждает кружковцев в необходимости знать работу электронных ламп и полупроводниковых приборов.

Рассказ о полупроводниковых материалах, транзисторах *p-n-p* и *n-p-n*-типа желательно сопровождать учебными плакатами, научно-популярным кинофильмом о работе полупроводниковых приборов. Говоря о правилах обращения и включении полупроводниковых диодов и транзисторов, надо особо подчеркнуть, что перегревать их во время пайки нельзя. Кружковцы должны знать, что полупроводниковые приборы достаточно прочны механически, однако даже кратковременное неправильное включение может вывести их из строя.

Рассказывая об устройстве и работе трансформатора по теме 5, целесообразно привести пример простого расчета сердечника, числа витков и провода обмоток трансформатора. Закрепить эти знания можно на изготовлении понижающих трансформаторов.

Практической работой по этой теме является конструирование выпрямителей, в том числе для питания транзисторных и ламповых приемников и усилителей низкой частоты.

Работе фильтра выпрямителя можно посвятить специальную беседу, во время которой показать, как влияют конденсаторы и дроссель фильтра на сглаживание пульсаций выпрямленного тока. Поскольку в фильтре выпрямителя может быть резистор, то объяснить, в каких случаях это может быть, как подобрать сопротивление и мощность резистора в зависимости от потребляемого выпрямленного тока.

При изучении темы 7 особое внимание надо уделить положительной и отрицательной связям. Здесь уместно рассказать о фазе напряжения, показать на примере, в какой зависимости находятся напряжения на управляющей сетке и аноде лампы, почему для возникновения положительной обратной связи нужна катушка индуктивности.

Конструируя приемники по этой теме, кружковцы должны уметь четко подразделять их на каскады и, конечно, знать назначение каждой детали. При изготовлении малогабаритных приемников особое внимание надо уделить компоновке деталей на монтажных платах.

В зависимости от материальной базы, состава кружка, руководитель может несколько сократить общий объем программы. Если,

например, кружок ощущает нехватку транзисторов, то можно ограничиться только рассказом о транзисторах, коллективно собрать один простой приемник и познакомить кружковцев с заводскими приемниками на транзисторах. Или, наоборот, тематика практических работ может быть расширена за счет более сложных конструкций, например по темам 4 и 5.

Для полного представления о работе передающих устройств, о проводном вещании желательно провести экскурсии на коллективную радиостанцию ДОСААФ, в местный радиоузел.

ПРИМЕРНАЯ ПРОГРАММА КРУЖКА ЮНЫХ РАДИОЛЮБИТЕЛЕЙ 2-ГО ГОДА ЗАНЯТИЙ

Вводное занятие (2 часа)

Некоторые итоги работы кружка первого года занятий.

Цели и задачи кружка второго года занятий. Примерная тематика практических работ кружка. Как будет работать кружок.

Тема 1. Сверхрегенеративный прием (25 часов)

Что такое сверхрегенератор. Способы получения прерывистой генерации. Генераторы с самогашением и с отдельным генератором гашения. Схемы сверхрегенеративных приемников на электронных лампах и транзисторах. Достоинства и недостатки сверхрегенераторов.

Практические работы. Составление монтажной схемы сверхрегенератора. Изготовление однолампового сверхрегенеративного приемника с самогашением. Составление монтажных схем, изготовление и налаживание сверхрегенеративных приемников с усилителями высокой и низкой частот на радиолюбительские УКВ диапазоны.

Тема 2. Супергетеродинный прием (42 часа)

Блок-схема супергетеродинного приемника. Функции каскадов супергетеродина. Преимущества супергетеродинного приемника перед приемником прямого усиления. Преобразователи частоты супергетеродина с совмещенным и отдельным гетеродином.

Принципиальная схема простого супергетеродинного приемника на электронных лампах. Транзисторные супергетеродинные приемники.

Фильтры сосредоточенной селекции, их конструкции, расположение в приемнике, настройка.

Внешнее оформление приемника.

Практические работы. Подбор деталей, монтаж и налаживание супергетеродинных приемников на электронных лампах и транзисторах.

Тема 3. Запись звука (12 часов)

Принципы механической, оптической и магнитной записи звука. Техника магнитной записи звука.

Усилители низкой частоты для магнитной записи и воспроизведения звука.

Частотная коррекция, применяемая в усилителях магнитофонов.

Лентопротяжные механизмы магнитофонов. Требования, предъявляемые к бытовым магнитофонам.

Влияние скорости движения магнитной ленты на качество записи и воспроизведения звука.

Практические работы. Запись и воспроизведение речи и музыки на магнитофоне при скоростях движения магнитной ленты 4,7; 9,5 и 19,2 *см/сек.* Воспроизведение механической записи звука.

Сборка и налаживание усилителя низкой частоты для записи звука с подъемом высоких звуковых частот к готовому лентопротяжному механизму.

Заготовка деталей, монтаж и регулировка простого лентопротяжного механизма для любительского магнитофона.

Тема 4. Любительские приемо-передающие устройства (24 часа)

Диапазоны частот, отведенные для любительских радиосвязей. Правила получения разрешения на постройку и эксплуатацию любительских радиостанций. Правила регистрации любительских радиостанций.

Требования, предъявляемые к любительским УКВ радиостанциям. Простейшие любительские УКВ приемо-передающие трансиверные станции, их достоинства и недостатки.

Многокаскадные любительские УКВ радиостанции, функции и принцип работы их каскадов.

Принципиальная схема любительского УКВ приемо-передатчика мощностью до 10 *вт.*

Практические работы. Монтаж и налаживание простой трансиверной радиостанции на 144—146 *Мгц.* Практика ведения двусторонних радиосвязей на небольшие расстояния.

Тема 5. Радиоуправление моделями (15 часов)

Диапазоны частот, отведенные для управления моделями по радио. Правила получения разрешения на изготовление и эксплуатацию передатчика для радиоуправления моделями.

Принципы управления моделями самолетов, кораблей, автомобилей по проводам и без проводов. Блок-схема управления моделями по радио.

Однокомандная и многокомандная аппаратура радиоуправления. Шифраторы и дешифраторы, принцип их работы. Схемы резонансных и электронных селективных реле приемников радиоуправляемых моделей.

Принципиальные схемы и особенности конструкций передатчиков и приемников для радиоуправления моделями.

Практические работы. Сборка и налаживание селективных блоков приемника радиоуправляемой модели на резонансных электромеханических и электронных реле. Практика замены электромеханических реле на транзисторные электронные реле.

Конструирование комплекта аппаратуры для радиоуправления моделями.

Тема 6. Измерительные приборы и практика радиолюбительских измерений (15 часов)

Проверка градуировки шкал радиовещательных приемников при помощи генераторов высокой частоты. Настройка контуров самодельных приемников прямого усиления и супергетеродинов. Проверка чувствительности приемника по ГСС.

Проверка полосы пропускания усилителя низкой частоты при помощи генератора звуковой частоты и измерителя выхода или катодного вольтметра.

Возможности гетеродинного измерителя резонанса (ГИР) и работа с ним. Настройка любительского передатчика при помощи ГИР.

Настройка с помощью ГИР антенны УКВ радиостанции, измерения им емкости конденсатора и индуктивности катушек.

Тема 7. Общественно полезная и радиоспортивная работа кружка

Практическая помощь, которую кружковцы могут оказать школе, совхозу, колхозу, промышленному предприятию. Перспективы кружковцев.

Участие кружковцев в соревнованиях по «Охоте на лис», в «Полевом дне» и других радиоспортивных мероприятиях местного (районного, городского), областного (краевого, АССР), республиканского и всесоюзного значений.

Пояснительная записка к примерной программе кружка юных радиолюбителей 2-го года занятий

В результате работы кружка школьники углубляют и расширяют знания по основам радиотехники, приобретенные ими ранее в кружке первого года занятий или самостоятельно дома. Они должны не только научиться читать и чертить схемы, но и понимать физические процессы, происходящие в изготовляемых ими конструкциях, уметь самостоятельно составить наиболее рациональную монтажную схему по принципиальной электрической схеме.

При изучении темы 1 кружковцы должны понять принцип работы сверхрегенеративного приемника. Несмотря на простоту схемы и малое число деталей, работа сверхрегенератора достаточно сложна, особенно сверхрегенератора с самогашением вспомогательной (дробящей) частоты. Поэтому, начиная рассказ о сверхрегенераторе, полезно напомнить (повторить) работу регенеративного приемника. В сверхрегенераторе кружковцы должны четко выделять его четыре части: генератор высокой частоты, генератор ультразвуковой частоты, детектор и усилитель низкой частоты.

Тема 3 — логический переход от регенератора (сверхрегенератора) к современному приемнику — супергетеродину. Так как к этому времени кружковцы уже будут знакомы с работой генератора, усилителями высокой и низкой частот, то надо в основном разобрать принцип и назначение каскадов супергетеродина, особенности конструирования и налаживания приемников этого типа.

Тему 3 желательно начать с демонстрации механической записи звука, для чего можно использовать даже пружинный патефон. Если на диске из рентгеновской пленки или тонкого целлулоида иглой, заточенной, как резец, сделать спиральную дорожку из 10—20 витков

от края к центру, а затем вставить резец в мембрану и, установив его на начало дорожки, громко сказать что-нибудь в трубу патефона, то на дорожке появится запись звука. Проиграть такую «пластинку» можно иглой, сделанной из березы или бамбука. Звук будет тихим и, конечно, с искажениями, но опыт сам по себе достаточно эффектный.

Рассказывая кружковцам о принципе магнитной записи звука, надо особое внимание уделить влиянию скорости движения магнитной ленты на качество записи звука. Если имеется возможность организовать экскурсию на телецентр, то там можно будет познакомить кружковцев с техникой записи изображений.

На практических занятиях кружковцы должны научиться пользоваться магнитофонами, находить в них и устранять простые неисправности.

Переходя к теме 4, нужно прежде всего объяснить кружковцам, для чего нужна регистрация радиостанции, как она производится. Говоря же о работе передатчика, особо остановиться на недопустимости подключения к нему антенны без измерения частоты, так как это ведет к увеличению помех радиовещанию, телевидению и служебной радиосвязи. Генераторы любительских передатчиков должны работать в отведенном участке диапазона волн.

Предполагается, что к этому времени кружок будет иметь разрешение на постройку и эксплуатацию коллективной приемо-передающей любительской УКВ радиостанции, позволяющей работать на частоты 27,9—30, 144—146 и 420—430 *Мгц*. Для опытов по радиосвязи лучше всего использовать частоты 144—146 *Мгц*.

Практической работой по этой теме является монтаж и налаживание УКВ радиостанции. Для этого кружок целесообразно разбить на несколько групп. Одна группа будет изготовлять генератор на 28—30 *Мгц*, другая — генератор на 144—146 *Мгц*, третья — блок питания, четвертая — модулятор, пятая — приемник. Такое распределение работы, разумеется, с учетом интересов ребят, позволит кружку быстро выйти в эфир. При этом должное внимание следует уделить не только качеству работы, но и внешней отделке радиостанции.

Приступая к теме 5, надо договориться с руководителем авиа-, судо- или автомодельного кружка о совместной работе по конструированию радиоуправляемой модели, учесть те требования, которые будут предъявляться к радиоаппаратуре. Хорошо бы в кружке изготовить два комплекта аппаратуры радиоуправления моделями, один из которых станет учебно-демонстрационным пособием кружка.

Во время монтажа и налаживания радиовещательных приемников, коллективной радиостанции, аппаратуры радиоуправления кружковцы постоянно пользуются такими измерительными приборами, как авометр, ГСС, звуковой генератор. Тема 6 является обобщающей по работе с измерительными приборами. Нужно не только рассказать, но и научить настраивать аппаратуру по приборам.

Особое внимание следует уделить ГИР, как универсальному прибору, к тому же доступному каждому кружковцу для самостоятельного изготовления. Несмотря на простоту, этим прибором можно производить многие радиоизмерения с точностью, достаточной для любительских целей. Желательно, чтобы в распоряжении кружковцев было два ГИР — со стрелочным и электроннооптическим индикаторами.

Умение производить различные радиоизмерения — показатель знаний кружковцев.

Заканчивать учебный год следует итоговой выставкой работ членов кружка. Полезно провести отчетный вечер с приглашением на него товарищей и родителей членов кружка. На таком вечере можно подвести итоги работы кружка за год, отметить наиболее активных кружковцев, продемонстрировать наиболее интересные конструкции, опыты по радиотехнике и электронике.

С каждым годом все более широкий размах принимают спортивные соревнования юных радиолюбителей. Они включают в себя «Охоту на лис», прием и передачу радиограмм телеграфом, хождение по азимуту и работу в радиосети, скоростную сборку простых радиотехнических устройств. Кружковцы могут быть участниками этих соревнований юных радиолюбителей. Как принять в них участие — можно узнать в местном радиоклубе или комитете ДОСААФ, в областной и республиканской станции юных техников.

Ежегодно в период весенних школьных каникул на приз журнала «Радио» проводятся соревнования юных ультракоротковолновиков. В этих соревнованиях, в ходе которых каждый радиоспортсмен старается установить наибольшее число связей на УКВ любительских диапазонах, также могут участвовать и кружковцы. Многие кружковцы школ и внешкольных учреждений систематически участвуют в этих традиционных соревнованиях юных радиоспортсменов.

Знания и навыки, приобретенные учащимися в кружке, можно (и нужно) направить на выполнение посильной общественно полезной работы, например смонтировать несколько приемников-радиоточек и радиофицировать полевые станы, производственные бригады колхоза, совхоза. Можно мобилизовать ребят на ремонт бытовой радиоаппаратуры в селах, разумеется, бескорыстно, но и без больших расходов для кружка. Надо только заранее продумать круг этих работ и обеспечить их необходимыми деталями, материалами, инструментами. Тех же кружковцев, у которых есть организаторские задатки, можно направить в пионерские лагери для руководства там радиокружками, обслуживания лагерных радиоузлов.

В течение учебного года у кружковцев сформируется интерес к тем или иным разделам радиотехники и электроники, что позволит спланировать работу кружка третьего года занятий. Для такого кружка нет необходимости составлять специальную программу. Нужен лишь тематический план, отвечающий интересам кружковцев. Кружок разобьется на группы по интересам и каждая группа будет работать над самостоятельной темой. Это может быть телевидение, связь на УКВ и КВ, звукозапись, автоматика и телемеханика, радиоэлектронные игрушки и аттракционы, учебные и демонстрационные приборы по основам радиотехники и т. д. Интересующие кружковцев схемы и описания конструкций могут быть заимствованы из книг и брошюр, список которых приведен в этой книжке, из журналов «Радио», «Моделист-конструктор», «Юный техник».

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА КРУЖКА

Для успешной работы кружка ему необходимо специально оборудованное помещение, инструменты, детали и материалы.

Лучше, если кружку будет выделено отдельное помещение. В школьных условиях занятия кружка можно проводить в кабинете физики, в мастерских.

Желательно, чтобы кружок располагал малогабаритным токарным станком, например типа ТВ-4 или ТВ-16, настольным сверлильным станком, электрозаточным станком. Тогда многие слесарные работы будут значительно облегчены. Из измерительных приборов поначалу нужны авометры (1—2 шт.), например типа «Школьный», а в дальнейшем — генератор стандарт-сигналов, например Г-4А или ему подобный, звуковой генератор типа ЗГ-10 или ЗГ-11, катодный вольтметр, например типа ВКС-7Б, осциллограф ЭО-6 или другого типа. Некоторые из аналогичных им приборов, а также гетеродинный измеритель резонанса ГИР могут быть изготовлены и налажены самими кружковцами.

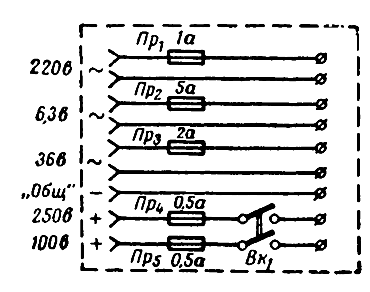


Рис. 1. Схема электрооборудования рабочего места.

Из инструментов нужны: 2—3 слесарных набора, включающие в себя плоскогубцы, кусачки, ножовку по металлу, тиски, напильники разные, штангенциркуль, линейку металлическую, зубило, кернер, молоток; 5—6 электропаяльников мощностью 50—60 *вт* и 1—2 электропаяльника мощностью 90 *вт*; 5—6 малогабаритных монтажных плоскогубцев и столько же малогабаритных бокорезов и круглогубцев; 3—4 скальпеля медицинских; 5—8 отверток разных; дрель ручная; киянка деревянная; лерки, метчики, сверла разные, шилья, развертки и другие мелкие инструменты — по мере надобности.

Этот перечень станочного оборудования, измерительных приборов и инструментов является, конечно, примерным — все зависит от конкретных условий и задач, стоящих перед кружком.

На рабочих местах желательно установить распределительные щитки и подвести к ним переменные и постоянные напряжения для питания паяльников, конструируемых приборов и устройств (рис. 1). В качестве главного (общего) распределительного щита можно использовать несколько переделанный распределительный щит, выпускаемый для школ заводами Главснабпроса. С целью безопасности электрические паяльники следует питать напряжением переменного тока 36 *в*. Правда, такие паяльники в продаже бывают редко, поэтому их обычно приходится делать самим.

Главный распределительный щит может быть самодельным. Схема такого щита показана на рис. 2. Все детали щита, кроме трансформатора питания, монтируют на плате из текстолита или эбонита. Плату и трансформатор питания крепят в металлическом корпусе, на переднюю панель которого выводят выключатель электросети, предохранитель, а также зажимы или разъемы, через которые подается питание к рабочим местам. Панели щитков рабочих мест изготовляют из изоляционного материала. На них монтируют предохранители, выключатели и гнезда (или зажимы) для подключения приборов. Предохранители обязательно должны быть закрыты защитными колпачками из изоляционного материала.

Размеры общего распределительного щита и щитков рабочих мест зависят от имеющихся деталей.

Приводим данные трансформатора питания общего распредели-

тельного щита, рассчитанного на мощность 800—1 000 *вт*: сердечник из пластин УШ-40-50, высота набора пластин 120 *мм;* обмотка I состоит из двух секций по 275 витков провода ПШД 1,4; обмотка II — из 90 витков провода ПШД 2,0; обмотка III — две секции по 670 витков с отводами от 250-го витка, считая от среднего вывода, провода ПШД 0,69; обмотка IV — 16 витков провода ПЭЛ 2,0. Между обмотками, а также между слоями провода в обмотках следует делать прокладки из лакоткани.

Дроссели фильтров выпрямителей можно намотать на сердечниках из пластин Ш-32, высотой набора 60 *мм*. Обмотки дросселей содержат по 700 витков провода ПЭЛ 0,6.

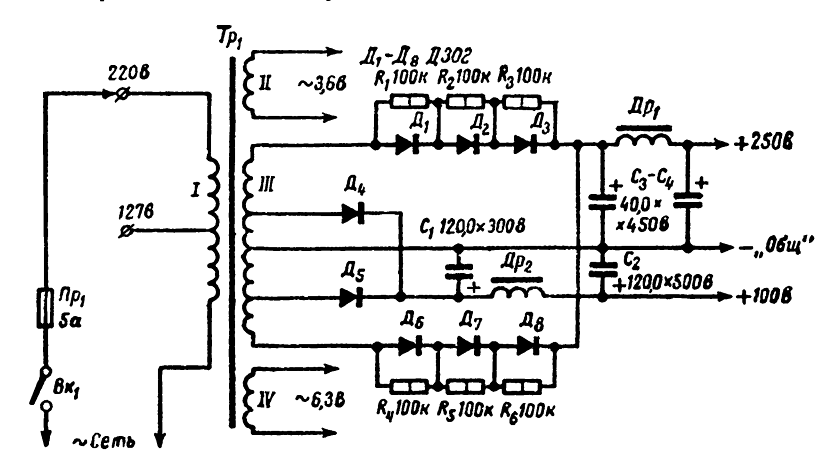


Рис. 2. Схема распределительного щита.

Кружковцы должны знать правила пользования распределительными щитами.

Для практической деятельности кружка потребуются различные радиодетали и материалы. Некоторые радиодетали и материалы можно приобрести в специализированных магазинах Главснабпроса, в магазинах, торгующих товарами для юных техников. Такие магазины есть во всех областных, краевых и республиканских центрах. Школам и внешкольным учреждениям товары отпускают по безналичному расчету. Некоторые радиодетали и приборы можно приобрести через местные радиоклубы ДОСААФ.

Для изготовления шасси, монтажных плат нужны листовой дюралюминий (лучше марки АМЦ) толщиной 1,5—2 *мм*, стеклотекстолит или текстолит толщиной 1—1,5 *мм*, органическое стекло толщиной от 1,5 до 5 *мм*, фольгированный гетинакс толщиной 1,5—2 *мм*. Эти и некоторые другие материалы не обязательно должны быть в больших листах. Вполне годятся меньшие куски, которые можно получить от предприятий из отходов производства.

Большую помощь для усвоения основ электро- и радиотехники призваны оказывать учебные плакаты, выпускаемые различными издательствами, в частности издательством ДОСААФ, учебно-демонст-

рационные приборы и пособия, изготовляемые предприятиями Учтехпрома. Задача руководителя школы или внешкольного учреждения — обеспечить радиокружок этими пособиями.

Краткие описания приемников, усилителей, измерительных приборов и других радиотехнических устройств, которые можно рекомендовать кружкам для практической работы, помещены в этой брошюре.

ПРИЕМНИКИ НА ЭЛЕКТРОННЫХ ЛАМПАХ

Одноламповый приемник с питанием от батарей

Для изготовления этого приемника потребуются: радиолампа типа 1Ж18Б, 1Ж24Б или 1Ж29Б, конденсаторы емкостью по 1 000 *пф*, резистор сопротивлением 1 *Мом*, высокоомные головные телефоны и обмоточный провод, а для его питания — элемент типа «Марс», ба-

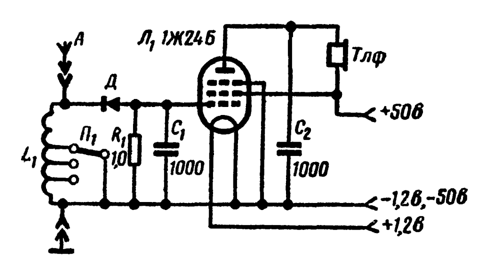


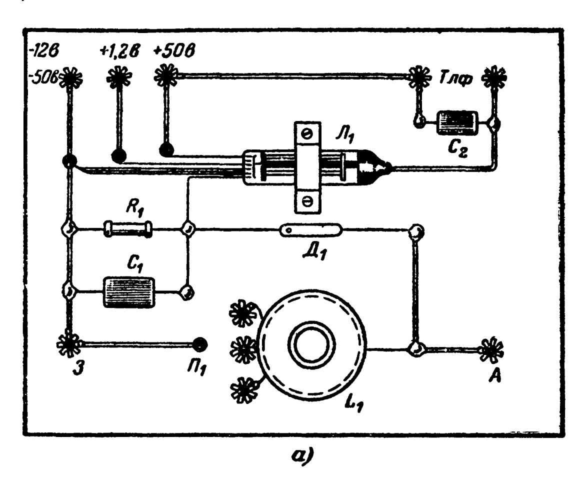
Рис. 3. Схема детекторного приемника с одноламповым усилителем низкой частоты.

тарея типа БАС-60 или БАС-80 или выпрямитель, дающий напряжение 50—60 *в*.

Схема приемника показана на рис. 3, а его конструкция — на рис. 4, *а*. Он, по существу, представляет собой детекторный приемник с одноламповым усилителем низкой частоты. Роль нагрузки детекторного приемника выполняет резистор R_1. Ток низкой частоты создает на нем падение напряжения, которое подается на управляющую сетку лампы $Л_1$ и воздействует на ее анодный ток.

Диод $Д_1$ выполняет роль детектора и одновременно является элементом, обеспечивающим на управляющей сетке лампы отрицательное напряжение смещения. Если высокочастотный сигнал не промодулирован, то диод выпрямляет его, в результате чего через резистор R_1 течет ток, создающий на нем падение напряжения со знаками минус на сетке и плюс на катоде лампы. Это и есть напряжение смещения, необходимое для нормальной работы лампы как усилителя. Правда, этот приемник имеет один существенный недостаток: если модулированный сигнал местной радиостанции сильный, то отрицательное напряжение на сетке может достигнуть такой величины, что лампа окажется закрытой (анодный ток очень мал или вообще отсутствует). В таких случаях наружную антенну следует подключать к приемнику через резистор сопротивлением 300 *ом* — 3 *ком*. (сопротивление подбирают опытным путем, добиваясь неискаженного

приема сигналов радиостанции). Изменением емкости конденсатора C_2, блокирующего телефоны, можно подобрать желаемый тембр звука. Примерные размеры корпуса приемника: длина 120, ширина 90 и высота 50 *мм*. Разметка его верхней (лицевой) панели показана на рис. 4, *в*.



Катушка колебательного контура самодельная (рис. 4, *б*). Ее каркасом может быть сухая круглая палочка диаметром 10 и длиной 30 *мм* с приклеенными к ней щечками из плотного картона. Для катушки нужен провод в эмалевой или шелковой изоляции диаметром 0,12—0,25 *мм*. Всего надо намотать 390 витков с отводами от 180-го, 250-го и 320-го витков. Начало, отводы и конец катушки закрепляют в проколах, сделанных в картонных щечках каркаса.

Гнезда можно применить готовые. Но для практики работы по жести они могут быть самодельными: в пластинке из белой жести (консервная банка) размером 15×9 *мм* с обеих коротких сторон сделать ножницами по 12—15 надрезов,

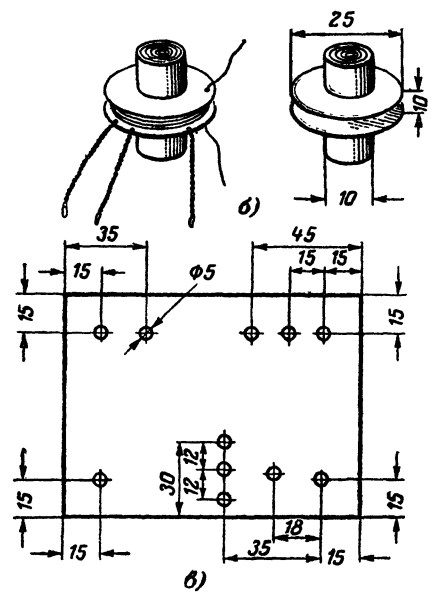


Рис. 4. Конструкция простого приемника.

свернуть в трубку, вставить в отверстие панели и отогнуть лепестки.

Лампу на панели укрепляют при помощи жестяной скобы (рис. 4, *а*).

Монтаж приемника навесной — все детали скрепляют одну с другой при помощи пайки без переходных планок. Чтобы монтаж был достаточно жестким, сделаны опорные точки. В качестве опорных точек можно использовать штырьки — отрезки 1,5—2-миллиметровой медной проволоки длиной по 10 *мм*, сбитые в панель заостренными концами. Детали выводами прикручивают к штырькам, а затем эти места соединений пропаивают.

Правильно собранный приемник не требует налаживания. При наличии хорошей наружной антенны передачи местной радиостанции можно слушать на абонентский громкоговоритель, включенный вместо телефонов.

Если в колебательный контур включить конденсатор переменной емкости, то получится приемник с плавной настройкой.

Детекторный приемник с одноламповым усилителем низкой частоты — устойчиво работающая конструкция. Чувствительность приемника, а следовательно, и число принимаемых станций можно значительно увеличить, превратив его в одноламповый регенератор.

Одноламповый регенератор

Для этого приемника (рис. 5), как и для предыдущего, нужна радиолампа 1Ж29Б или одна из следующих ламп: 1Ж24Б, 1Ж18Б, 1К2П, 2П2П. Если использовать лампу пальчиковой серии (1К2П или 2П2П), на панели приемника надо установить ламповую панельку.

Катушка L_1 колебательного контура намотана на 4-секционном унифицированном каркасе с ферритовым подстроечным сердечником. Такие каркасы применяют для трансформаторов промежуточной частоты и колебательных контуров многих радиовещательных супергетеродинов. Переключатель диапазонов — самодельный или тумблер.

Конденсатор C_1 ослабляет влияние емкости антенны на колебательный контур L_1C_2. Когда контур настроен на частоту радиостан-

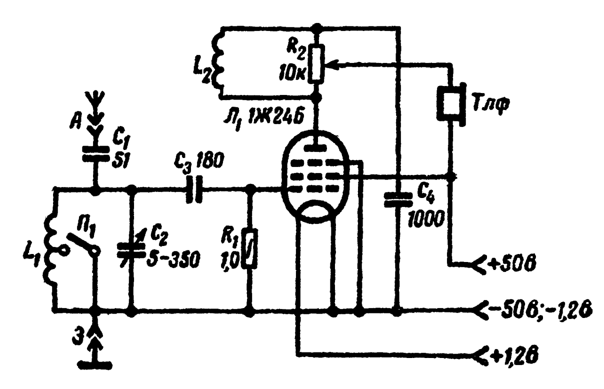


Рис. 5. Схема одноلампового приемника с обратной связью.

ции, на нем создается максимальное напряжение сигнала, которое через конденсатор C_3 подается на управляющую сетку лампы $Л_1$.

Лампа работает в режиме сеточного детектора — детектирует модулированные колебания высокой частоты и усиливает создающиеся при этом колебания низкой частоты. Такой режим работы обеспечивают сеточный конденсатор C_3 и резистор R_1. С целью повышения чувствительности и избирательности приемника в него введена положительная обратная связь между анодной и сеточной цепями лампы через катушку L_2.

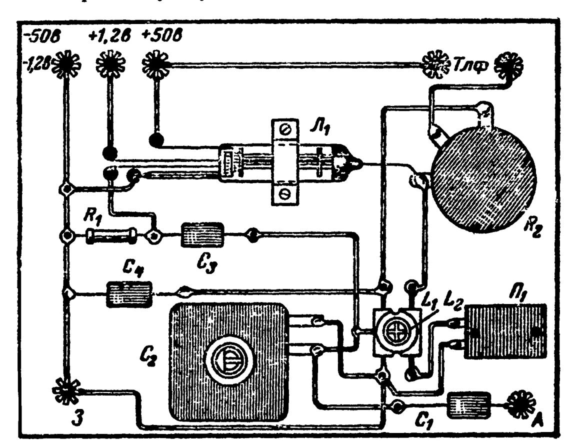


Рис. 6. Монтаж однолампового приемника с обратной связью.

Положительная обратная связь осуществляется так. Катушка L_2 находится на одном каркасе с катушкой L_1 контура L_1C_2. Во время приема сигналов радиостанции высокочастотная составляющая создает вокруг катушки L_2 переменное магнитное поле, которое индуцирует в контурной катушке напряжение высокой частоты, компенсируя таким образом потери в контуре. Если энергии из катушки L_2 в колебательный контур будет передаваться больше, чем потери в контуре, приемник самовозбуждается и становится генератором высокой частоты — прием радиостанций становится невозможным.

Обратная связь регулируется переменным резистором R_2. Когда движок резистора находится ближе к аноду лампы, высокочастотная составляющая анодного тока через катушку обратной связи L_2 почти не течет. В это время обратная связь слаба. Когда движок резистора будет находиться ближе к другому концу катушки, то высокочастотная составляющая почти полностью течет через катушку L_2.

Размещение деталей на монтажной панели показано на рис. 6. Размеры панели 90×120 *мм* — такие же, как для предыдущего приемника. Для настройки контура приемника желательно использовать конденсатор переменной емкости, предназначенный для малогаба-

ритных транзисторных приемников. Этот конденсатор при малых размерах имеет максимальную емкость около 350 *пф*.

Контурная катушка содержит 300 витков провода ПЭЛ 0,1 с отводом от 100-го витка, намотанных в трех секциях унифицированного каркаса. Катушка обратной связи содержит 60 витков такого же провода. Выводы и отвод катушек можно прикрепить к каркасу нитками или приклеить нитролаком.

После проверки правильности монтажа можно приступать к испытанию приемника. Как только будут подключены батареи питания, в телефоне должно появиться слабое шипение. Если подать на управляющую сетку лампы переменное напряжение от звукоснимателя или подключить к управляющей сетке лампы вывод антенны, то в телефонах будет слышен довольно громкий звук или фон переменного тока. Это — признак работы лампы. После этого можно подключить антенну и заземление и, поворачивая ручку конденсатора переменной емкости, попытаться настроить приемник на одну из радиовещательных станций длинноволнового или средневолнового диапазонов. Если движок переменного резистора R_2 находится в крайнем верхнем (по схеме) положении, то при настройке на радиостанцию в телефонах должен быть слышен свист, свидетельствующий о наличии положительной обратной связи. Если этих свистов нет и сигналы станции слышно тихо, тогда следует поменять местами выводы включения катушки L_2. Во время приема программы радиостанций движок переменного резистора R_2 должен находиться в таком положении, когда прием идет без свиста.

Наибольшая чувствительность приемника будет при величине обратной связи, близкой к порогу генерации. При таких условиях возможен прием значительно отдаленных станций. Но нельзя допускать работу приемника в режиме генерации, когда он искажает передачи и мешает работе другим, близко расположенным радиоприемникам.

Двухламповый регенеративный приемник на стержневых лампах

Этот приемник (рис. 7) собран по схеме 0-V-1 с положительной обратной связью и рассчитан на прием радиостанций диапазонов длинных (2 000—730 *м*) и средних (580—200 *м*) волн. Чувствительность приемника около 3 *мв*. Это значит, что если на вход приемника (гнезда антенны и заземления) подать от модулированного генератора высокой частоты сигнал напряжением 3 *мв*, на телефонах будет развиваться напряжение звуковой частоты порядка 5 *в*.

Колебания высокой частоты из антенны поступают через конденсатор C_1 в колебательный контур, настраиваемый конденсатором переменной емкости C_2, а с контура на управляющую сетку лампы $Л_1$ — через сеточный конденсатор C_3. Эта лампа работает в режиме сеточного детектирования с обратной связью — так же, как лампа предыдущего приемника. Катушка L_2 — катушка обратной связи.

Усиленное лампой $Л_1$ напряжение низкой частоты выделяется на ее нагрузочном резисторе R_4 и через конденсатор C_6 поступает на управляющую сетку лампы $Л_2$, работающей в режиме усиления мощности. Телефоны, включенные в анодную цепь лампы этого каскада, преобразуют колебания низкой частоты в звуковые колебания. Конденсатором C_7 подбирают желательный тембр звука.

Так как используемая в выходном каскаде стержневая лампа не требует отрицательного напряжения смещения, резистор утечки

сетки соединен с катодом. В этом каскаде будет работать пальчиковая лампа, на ее управляющую сетку для нормальной работы надо будет подавать соответствующее ей отрицательное напряжение смещения.

Для примера на рис. 8 показана схема включения лампы 2П2П, которой можно заменить лампу 1Ж29Б. Для работы без искажений на ее управляющую сетку надо подать отрицательное напряжение 3,5 *в*. Суммарный ток анода и экранирующей сетки равен 4,3 *ма*.

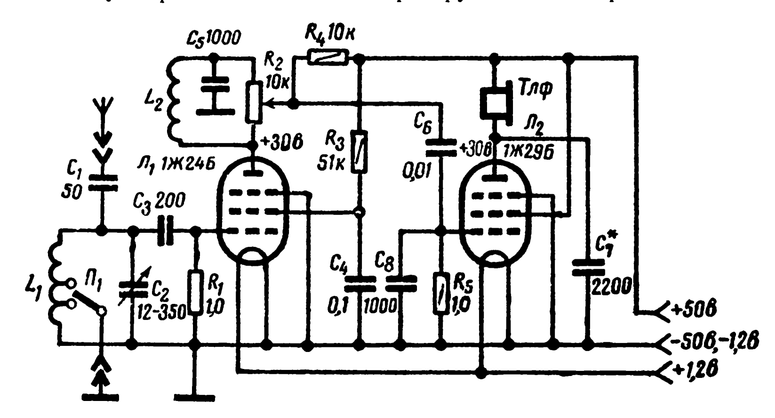


Рис. 7. Схема двухлампового приемника с обратной связью.

Ток, потребляемый лампой $Л_1$ от анодной батареи, около 1 *ма*. Общий ток, потребляемый обеими лампами от анодной батареи, равен 5,3 *ма*. Следовательно, сопротивление резистора $R_{см}$ (по закону Ома должно быть:

$$R_{см} = \frac{U_{см}}{I_{общ}} = \frac{3,5}{0,053} \approx 660 \text{ ом}.$$

Параллельно резистору смещения нужно подключить электролитический конденсатор $C_{см}$ емкостью 10—20 *мкф* на рабочее напряжение 5—10 *в*.

Детали. Катушки L_1 и L_2 намотаны на унифицированном каркасе — таком же, как в одноламповом регенераторе. Катушка L_1 содержит 300 витков провода ПЭЛ 0,1 с отводом от 100-го витка, а катушка L_2 — 60 витков такого же провода. Катушку L_1 наматывают в трех секциях каркаса, катушку L_2 — в четвертой секции каркаса.

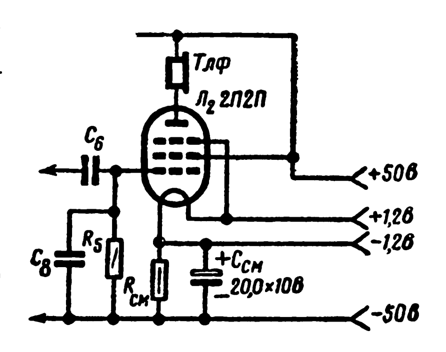


Рис. 8. Схема выходного каскада на лампе 2П2П.

Конденсатор переменной емкости C_2 от транзисторного приемника. Данные остальных деталей указаны на схеме.

Смонтировать приемник (рис. 9) можно на такой же плате, как и платы предыдущих приемников, и вместе с батареями разместить ее в корпусе абонентского громкоговорителя «Орбита» или подобного ему трансляционного громкоговорителя. В этом случае в анодную цепь выходной лампы вместо телефонов можно включить электродинамический громкоговоритель через согласующий трансформатор.

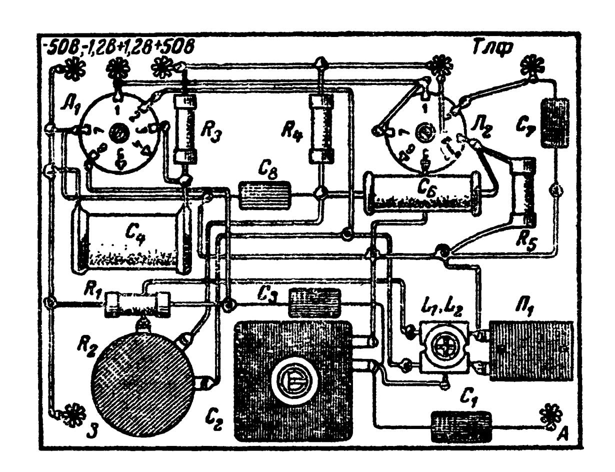


Рис. 9. Монтажная схема двухлампового приемника.

Налаживание. Убедиться в работоспособности ламп приемника можно так же, как при проверке одноалампового регенератора: если коснуться отверткой управляющей сетки лампы $Л_1$, в телефонах (или громкоговорителе) должен появиться фон переменного тока. Если приемник не работает, то надо выключить питание и тщательно проверить монтаж по принципиальной схеме, проверить исправность деталей (особенно резисторов R_2—R_4 и конденсаторов C_2, C_6 и C_7). Напряжения, которые должны быть на электродах ламп, указаны на схеме (измерены вольтметром с внутренним сопротивлением 10 000 *ом/в*).

Если во время приема станции громкость работы телефонов возрастает с увеличением обратной связи, но генерация не наступает, нужно увеличить число витков катушки обратной связи L_2 до 100—120 витков.

Налаживать приемник лучше в вечернее время, когда улучшаются условия прохождения средних волн.

ВЫПРЯМИТЕЛИ

Двухполупериодный кенотронный выпрямитель

Принципиальная схема выпрямителя, который можно использовать для питания сетевых приемников или усилителей низкой частоты, показана на рис. 10.

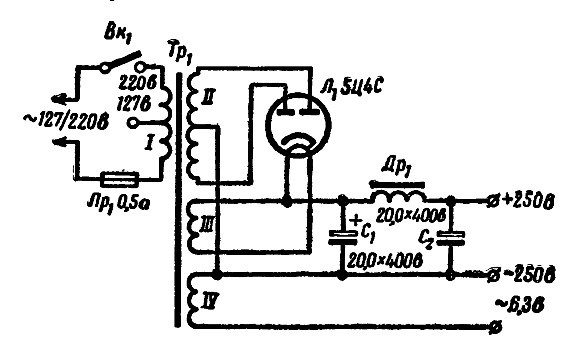


Рис. 10. Схема двухполупериодного кенотронного выпрямителя.

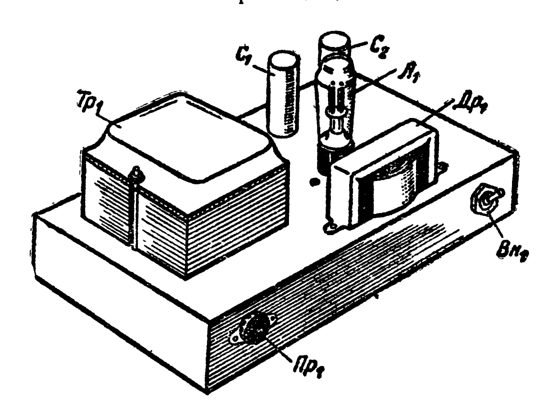


Рис. 11. Конструкция выпрямителя.

Обмотка I трансформатора питания рассчитана на напряжение электросети 220 и 127 *в*. Обмотка II — повышающая, напряжение которой выпрямляется кенотроном типа 5Ц4С. Обмотка III служит для питания нити накала кенотрона, а обмотка IV — для питания нитей накала ламп приемника, усилителя или другого радиотехнического устройства.

Сглаживание пульсаций выпрямленного тока осуществляется фильтром, состоящим из дросселя $Др_1$ и конденсаторов C_1 и C_2.

В выпрямителе можно использовать трансформатор радиовещательного приемника или телевизора, имеющий обмотку питания нити накала кенотрона (5 *в*) и повышающую обмотку с отводом от середины (250 *в*×2).

Все детали выпрямителя размещают на шасси (рис. 11) размерами примерно 140×200×50 *мм*. Шасси может быть цельнометаллическим, например из листового алюминия толщиной 1—1,5 *мм*, или комбинированное из толстой фанеры или досок (боковые стенки) и металла (верхняя панель).

Дроссель низкой частоты можно использовать от радиовещательного приемника, телевизора или самодельный. Данные самодельного дросселя: сердечник из пластин Ш-19, толщина набора 15 *мм*; обмотка содержит 3 000 витков провода ПЭЛ 0,15—0,2. Включать выпрямитель без нагрузки (приемник, усилитель) нельзя — могут пробиться конденсаторы. При подключенной нагрузке, потребляющей ток до 80—100 *ма*, напряжение на выходе выпрямителя должно быть 230—250 *в*.

Двухполупериодный выпрямитель на полупроводниковых диодах

Блок питания, в выпрямителе которого работают полупроводниковые плоскостные диоды, экономичнее кенотронного выпрямителя, так как не расходуется энергия электросети на питание накала кенотрона. Принципиальная схема такого блока питания показана на рис. 12, а его монтаж — на рис. 13.

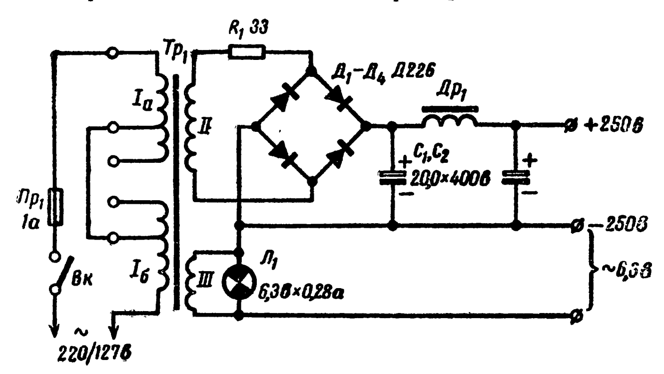


Рис. 12. Двухполупериодный выпрямитель по мостовой схеме.

В выпрямителе вместо диодов типа Д226 можно использовать диоды Д203, Д205, Д208, Д209, Д210.

Трансформатор питания от сетевого радиовещательного приемника, выпрямитель которого собран по мостовой схеме. Его обмотка накала ламп III должна давать напряжение 6,3 *в*, а повышающая II — 230—250 *в*. Дроссель фильтра выпрямителя такой же, как дроссель фильтра кенотронного выпрямителя.

При монтаже выпрямителя особое внимание уделить правильности включения диодов. На схеме треугольник обозначения диода

показывает направление прямого тока через диод. Такие же знаки есть и на полупроводниковых приборах. Диоды должны быть включены в мост выпрямителя в соответствии с принципиальной схемой.

Так как полупроводниковые диоды имеют небольшое внутреннее сопротивление, они даже при кратковременном замыкании зажимов выходного выпрямленного напряжения могут выйти из строя. Чтобы предотвратить пробой диодов, в цепь выпрямителя включен резистор R_1 мощностью 2 *вт*, ограничивающий ток через диоды. Если выход выпрямителя окажется короткозамкнутым, например, через

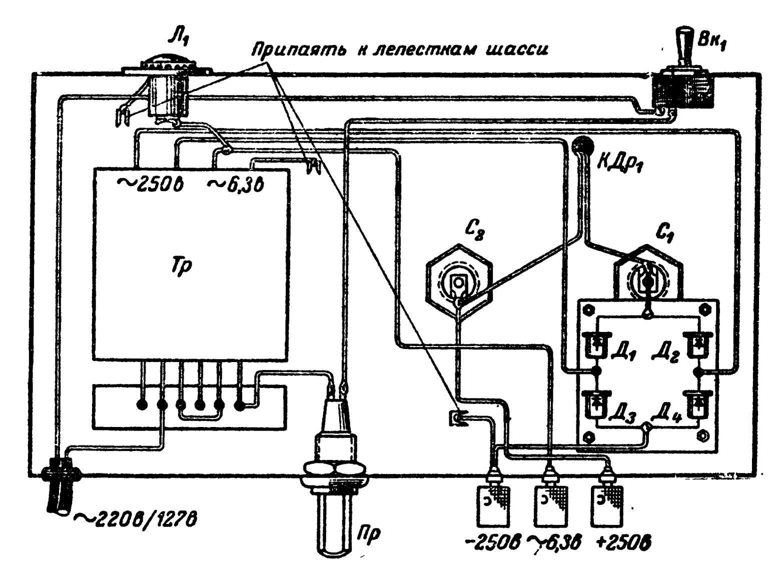


Рис. 13. Монтажная схема мостового выпрямителя.

замыкание в цепях приемника или усилителя, подключенного к выпрямителю, то будет греться или даже перегорит этот резистор, а диоды не повредятся.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Во время выполнения монтажных работ при налаживании радиоаппаратуры на электронных лампах, в цепях которой действуют высокие напряжения, радиолюбитель не должен забывать правила техники безопасности.

Наиболее опасным является возможное поражение электрическим током. Ток силой всего в несколько десятков миллиампер, прошедший через тело человека, уже вызовет в организме поражения.

Интенсивность поражения током во многом зависит от состояния кожи и нервного состояния человека.

Безопасным для организма человека является напряжение до 36 *в* при работе в условиях сухого помещения. Токи высокой частоты не поражают человека, но вызывают местные ожоги.

Пайка монтажа радиоаппаратуры должна производиться исправным электрическим паяльником. Розетки для включения паяльников также должны быть исправны. Нельзя производить пайку стоя на земле или цементном полу, так как не исключена возможность соединения корпуса паяльника с одним из проводов электросети. Категорически запрещается дотрагиваться руками до оголенных участков проводов электросети.

Особую осторожность следует соблюдать при проверке и налаживании радиоаппаратуры на электронных лампах, так как для питания анодно-экранных цепей подаются напряжения более 250—300 *в*. Нельзя для проверки цепей при включенном питании пользоваться пинцетом.

Категорически запрещается касаться проводников, несущих высокое напряжение, руками или металлическими предметами, взятыми в руки. Нельзя дотрагиваться руками до контуров высокой частоты в выходных каскадах передатчиков — может получиться значительный ожог кожи.

После наладки передатчиков, на аноды ламп которых подают напряжения более 400—500 *в*, необходимо предусмотреть блокировку, отключающую питание при открывании защитных стенок или крышек корпусов.

При поражениях электрическим током пострадавшему делают искусственное дыхание и немедленно вызывают врача.

Соблюдение несложных правил техники безопасности предупреждает несчастные случаи.

ТРАНЗИСТОРНЫЕ ПРИЕМНИКИ

На одном транзисторе

При использовании наружной антенны и хорошего заземления приемник обеспечивает достаточно громкий прием программ местной или отдаленной мощной радиостанции. Приемник потребляет от батареи (КБС-Л-0,50) ток в среднем 1,5 *ма*, что позволяет ему работать без смены батареи около 500 *ч*.

Схема приемника показана на рис. 14. Колебательный контур приемника образуют катушки L_1 и междувитковая емкость этой катушки и емкость антенны. Чтобы приемник был с плавной настройкой, параллельно катушке надо подключить конденсатор переменной емкости.

В приемнике можно использовать плоскостные транзисторы: низкочастотные МП39—МП42 — для длинноволнового диапазона или высокочастотные П401—П403, П420—П423, ГТ402 — для средневолнового диапазона. Коэффициент усиления транзистора по току В не менее 40—50.

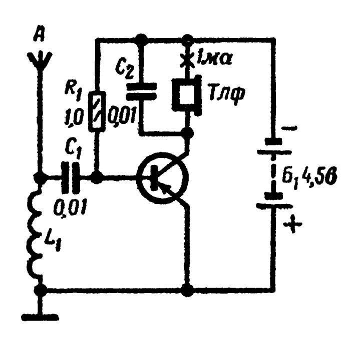


Рис. 14. Схема однотранзисторного приемника.

Детектирование происходит в эмиттерном *p-n* переходе транзистора. Чтобы транзистор работал без искажений, на его базу через резистор R_1 подается небольшое напряжение смещения.

Катушку следует намотать на полистироловый каркас диаметром 2,8 и высотой 14 *мм* с ферритовым подстроечным сердечником 600 НН. Для длинноволнового диапазона катушка содержит 280 витков, а для средневолнового диапазона 110 витков провода ПЭЛ 0,12.

Конструкция приемника произвольная. Приемник можно смонтировать на небольшой плате из гетинакса, стеклотекстолита или даже из фанеры, которую вместе с батареей питания поместить в подходящей по размерам пластмассовой коробке.

Налаживание приемника заключается в подборе сопротивлений резистора R_1 до получения тока в коллекторной цепи около 1 *ма* и настройке контура на местную радиостанцию сердечником катушки.

Эфирная радиоточка на двух транзисторах

Этот приемник-радиоточка представляет собой детекторный приемник с усилителем низкой частоты на транзисторах *n-p-n* и *p-n-p*-типов. С наружной антенной он принимает (рис. 15) с достаточной громкостью программы местной или отдаленной мощной станции. Питается приемник от батареи «Крона», 7Д-0,1 или от двух батарей типа КБС-Л-0,50, соединенных последовательно.

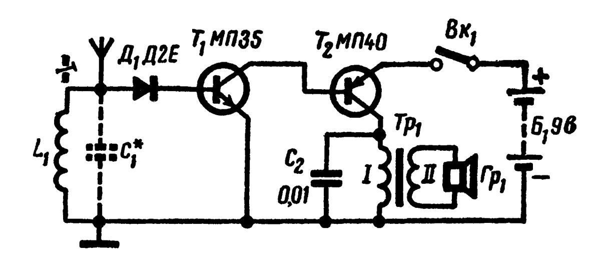


Рис. 15. Схема приемника-радиоточки.

Детектирование модулированных колебаний высокой частоты происходит диодом $Д_1$. Ток низкой частоты, создающийся в эмиттерной цепи транзистора T_1, вызывает значительно больший ток в коллекторной цепи. Нагрузкой транзистора T_1 является участок база — эмиттер транзистора T_2, а нагрузкой этого транзистора — громкоговоритель $Гр_1$.

Во время перерывов в передаче, когда нет напряжения сигнала на контуре, транзистор T_1 закрыт. В это время на базе транзистора T_2 действует небольшое напряжение смещения и ток в коллекторной цепи не превышает 0,2 *ма*. Этот ток покоя настолько мал, что практически можно даже не ставить выключатель питания.

С увеличением сигнала на входе приемника увеличивается и ток, потребляемый приемником от батареи.

Данные катушки колебательного контура точно такие, как и в однотранзисторном приемнике. Емкость конденсатора C_1 (в преде-

лах 100—200 *пф*), показанного на схеме штриховыми линиями, подбирают во время настройки контура на частоту станции.

Конструкция приемника показана на рис. 16. Его детали смонтированы на панели из гетинакса, которая размещена в корпусе абонентского громкоговорителя. Здесь же находится и батарея питания. В качестве выходного трансформатора $Тр_1$ используется согласующий трансформатор абонентского громкоговорителя. Чем больше будет коэффициент усиления В транзистора, тем громче будет работать приемник.

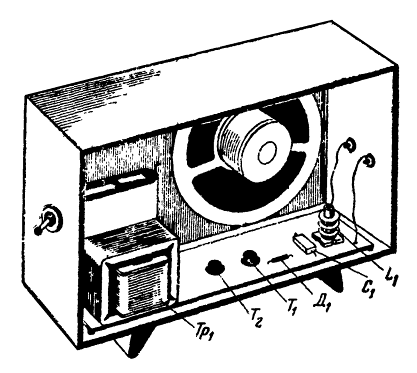


Рис. 16. Приемник-радиоточка в корпусе абонентского громкоговорителя.

Обращаем внимание на включение диода $Д_1$: катодом он подключен к базе транзистора T_1, а анодом — к контурной катушке L_1. При ином включении диода приемник работать не будет.

Малогабаритный приемник на трех транзисторах

Этот приемник содержит минимальное число резисторов и конденсаторов. Однако он удовлетворительно принимает радиовещательные станции диапазонов средних и длинных волн на расстоянии от них до 50—60 *км*.

Схема приемника показана на рис. 17. Колебательный контур приемника образуют катушка L_1 магнитной антенны и конденсатор переменной емкости C_1. Для согласования входного сопротивления транзистора T_1 с контуром конденсатор C_1 включен в контур последовательно. В цепи коллектора транзистора T_1 включен высокочастотный дроссель $Др_1$. Создающееся на нем напряжение высокой частоты подается непосредственно на базу транзистора T_2 структуры *n-p-n*-типа. Этот транзистор включен по схеме с общим эмиттером, и детектирование сигнала происходит в эмиттерном переходе. Нагрузкой транзистора T_2 является эмиттерный переход транзистора T_3. Ток низкой частоты, усиленный транзистором T_3, громкоговорителем, включенным в цепь коллектора, преобразуется в звуковые колебания.

Блокировочный конденсатор C_2 препятствует проникновению в громкоговоритель высокочастотной составляющей.

Приемник смонтирован на гетинаксовой плате размерами 110×60 *мм* и вместе с питающей его батареей КБС-Л-0,50 помещен в готовый пластмассовый корпус карманного приемника (рис. 18).

Катушка L_1, рассчитанная на прием радиостанций длинноволнового диапазона, намотана на ферритовом стержне 600 НН длиной 110 *мм* (по длине корпуса) и содержит 300 витков провода ПЭЛШО 0,1×5 или ПЭЛ 0,18. Дроссель *Др* намотан на ферритовом кольце 600 НН диаметром 8—10 *мм* и содержит 250 витков провода ПЭЛ 0,1.

Для средневолнового диапазона катушка L_1 должна содержать 80—85 витков, а дроссель $Др_1$ — 50—60 витков. В приемнике можно использовать малогабаритный электродинамический громкоговоритель, например типа ГД-0,1, с выходным трансформатором.

При монтаже приемника дроссель $Др_1$ надо располагать возможно дальше от магнитной антенны.

Налаживание приемника начинают с установления тока, потребляемого им от батареи. Подбором сопротивления резистора R_1 надо добиться, чтобы этот ток покоя был в пределах 3—4 *ма*. После этого

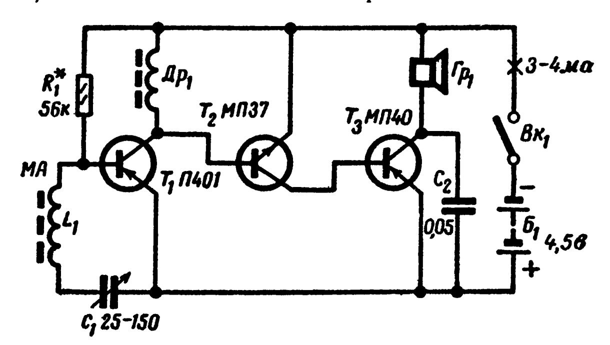


Рис. 17. Схема малогабаритного приемника.

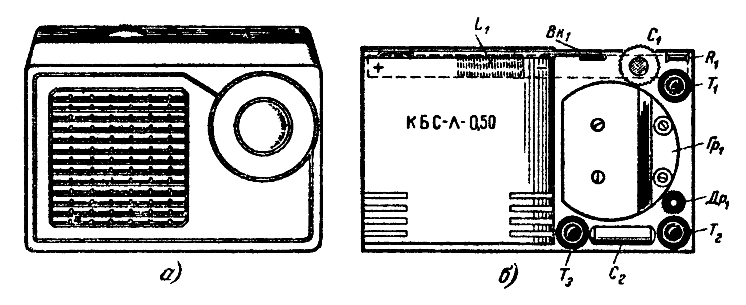


Рис. 18. Внешний вид (*а*) и монтаж деталей (*б*) простого малогабаритного приемника.

путем перемещения катушки L_1 по ферритовому стержню или изменением числа ее витков устанавливают диапазон волн, перекрываемый приемником. Если приемник самовозбуждается, то надо поменять местами выводы дросселя $Др_1$, увеличить емкость конденсатора C_2 до 0,08—0,1 *мкф*.

Супергетеродин

Чувствительность этого приемника в диапазоне длинных волн не хуже 8—10 *мв/м*. Питается приемник от батареи «Крона» или 7Д-0,1, потребляя от нее ток в среднем 8 *ма*. Приемник сохраняет

работоспособность при понижении напряжения питания до 4—5 *в*, но при этом его чувствительность значительно ухудшается.

Приемник (рис. 19) состоит из магнитной антенны *МА*, преобразователя частоты на транзисторе T_1, усилителя промежуточной частоты на транзисторе T_2, детектора на диодах $Д_1$ и $Д_2$ и двухкаскадного усилителя низкой частоты на транзисторах T_3—T_5. Выходной каскад двухтактный.

Входной контур $L_1C_1C_2$ настраивается на частоту радиостанции конденсатором переменной емкости C_2.

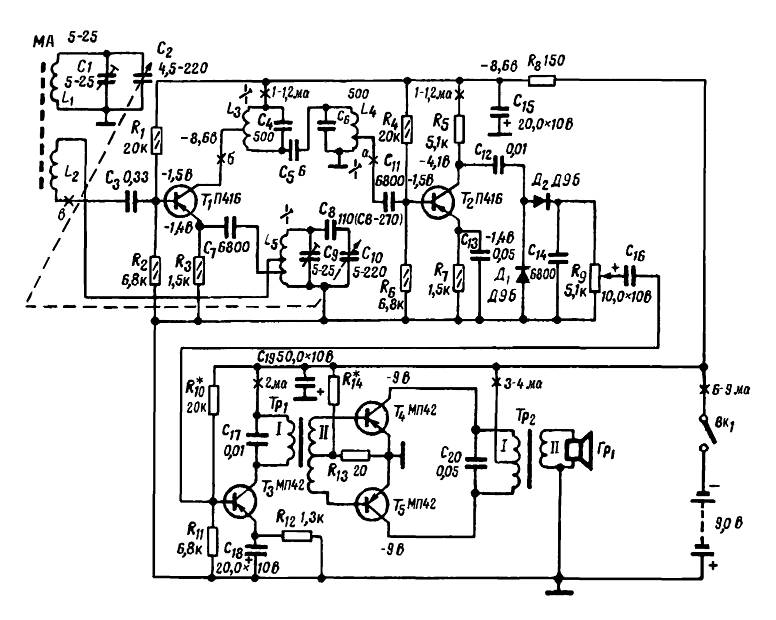


Рис. 19. Схема супергетеродина.

Преобразователь частоты на транзисторе T_1 работает по схеме совмещенного гетеродина и смесителя. Напряжение сигнала на базу транзистора подается с катушки связи через конденсатор C_3. Через эту входную цепь на базу транзистора поступают колебания с контура $L_5C_9C_{10}$ гетеродина, включенного в цепь эмиттера транзистора.

Контуры L_3C_4 и L_4C_6, настроенные на частоту 465 *гц*, образуют полосовой фильтр промежуточной частоты. Колебания с контура L_4C_6 через конденсатор C_{11} подаются на базу транзистора T_2 каскада усилителя промежуточной частоты. Нагрузкой этого транзистора служит резистор R_5. Создающееся на нем напряжение сигнала поступает через конденсатор связи C_{12} к детектору, собраному на диодах $Д_1$, $Д_2$. Выделенные детектором колебания низкой частоты с его нагрузочного резистора R_9, выполняющего функции регулятора громкости, поступают через конденсатор C_{16} на вход усилителя низкой частоты.

В коллекторную цепь транзистора T_3 каскада предварительного усиления низкой частоты включен трансформатор $Тр_1$, вторичная обмотка которого, имеющая отвод от середины, соединена с базами транзисторов T_4 и T_5 двухтактного выходного каскада. Конденсатор C_{20} ослабляет наивысшие звуковые частоты, предотвращая самовозбуждение усилителя низкой частоты.

Детали и монтаж. Транзисторы T_1 и T_2 типа П416 можно заменить транзисторами П401—П403, П420—П423, ГТ313А, ГТ309 с коэффициентом усиления В не менее 60—80. Транзисторы T_3—T_5 типа МП42 можно заменить любыми маломощными низкочастотными транзисторами с коэффициентом усиления В не менее 40—50. Диоды $Д_1$ и $Д_2$ — любые точечные диоды.

Конденсатор переменной емкости малогабаритный, например чехословацкой фирмы «Тесла».

Трансформаторы $Тр_1$ и $Тр_2$ — соответственно согласующий ТС и выходной ТВ трансформаторы промышленных или любительских транзисторных приемников с двухтактным выходным каскадом.

Громкоговоритель типа 0,1ГД-1, 0,15ГД-1 или подобные им громкоговорители с сопротивлением звуковой катушки 6—10 *ом.*

Электролитические конденсаторы типа К50-6, резисторы типа УЛМ, конденсаторы C_3—C_8 и C_{14} типа КДС или КТК, остальные конденсаторы типа КЛС. Резистор R_9 должен быть с выключателем (от карманного приемника).

Катушки L_1 и L_2 намотаны на ферритовом стержне 600 НН проводом ПЭВ-1 0,1—0,2. Если приемник рассчитан на работу в длинноволновом диапазоне, катушку L_1 наматывают секциями, а для средневолнового диапазона — виток к витку.

Катушки L_3—L_5 наматывают на унифицированных каркасах с ферритовыми подстроечными сердечниками 600 НН, количество витков всех катушек указано в табл. 1.

Таблица 1

Обозначение катушки на схеме	Число витков	
	Средние волны	Длинные волны
L_1	90	300
L_2	10	20
L_3	55+70	55+70
L_4	120+6	120+6
L_5	3+5+63	6+9+105

(к транзисторному супергетеродину)

Внешний вид и монтажная плата приемника показаны на рис. 20. Катушки L_3 и L_4 фильтра промежуточной частоты следует поместить в экраны, сделанные из корпусов негодных электролитических конденсаторов типа К50, ВМ или КЭ диаметром 6—7 *мм.* Ориентировочные размеры платы: 75×140 *мм.* Плату надо выпилить из листового гетинакса или, что лучше, из стеклотекстолита толщиной 1,5—2 *мм.* Корпус готовый от радиоприемника «Сокол» (о самодельном корпусе рассказано в разделе «Технологические советы»).

Провод, идущий от диодов к переменному резистору R_9, должен быть экранированным, а его экран «заземлен». Для подключения источника питания применена колодка от разрядившейся батареи «Крона».

Шкалой настройки служит плотная бумага с делениями, наклеенная на диск оси блока конденсаторов переменной емкости.

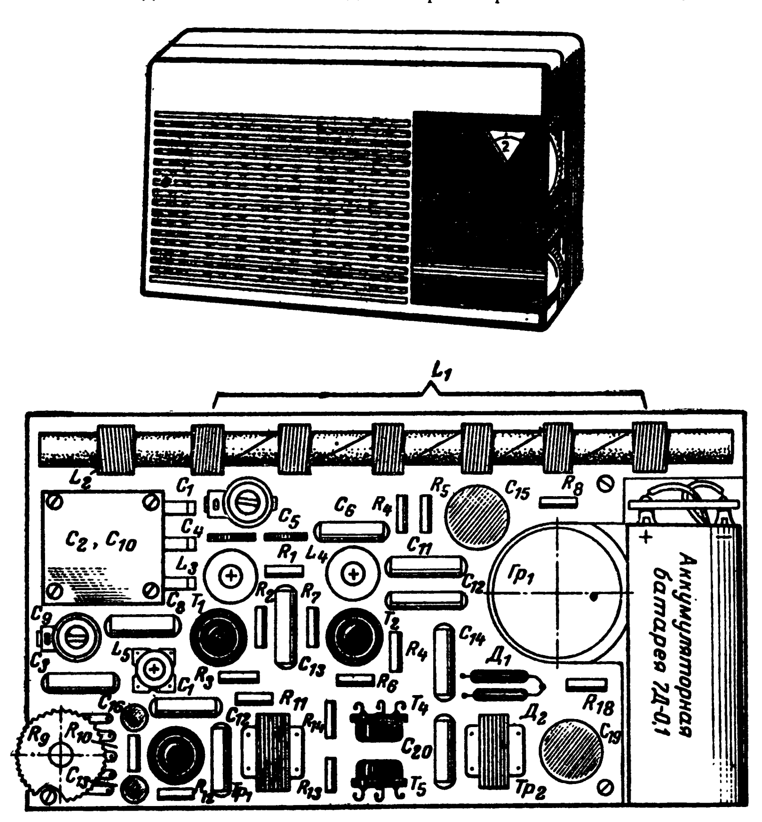


Рис. 20. Внешний вид (*а*) и расположение деталей (*б*) на монтажной плате супергетеродина.

Налаживание. Прежде всего надо проверить монтаж по принципиальной схеме, а затем миллиамперметром измерить токи цепей приемника. Если они значительно отличаются от указанных на схеме, то следует подогнать их подбором сопротивлений соответствующих резисторов. Наиболее тщательно надо установить режим работы транзистора T_1 преобразовательного каскада.

Для настройки контуров нужен генератор стандартных сигналов, например Г4-А, модулированный сигнал ГСС напряжением 50—

80 *мв* через конденсатор емкостью 200 *пф* на коллектор транзистора T_2. «Земляной» провод от ГСС соединяют с плюсовым проводом приемника. Сигнал генератора должен быть громко слышен на выходе приемника, что свидетельствует об исправной работе низкочастотного тракта. Если сигнал не прослушивается, то необходимо проверить усилитель низкой частоты и правильность включения диодов. Если любой из диодов окажется включенным неправильно, детектор и усилитель низкой частоты вообще работать не будут.

После такой проверки детектора и усилителя низкой частоты ГСС переключают в точку *а* по схеме, выходное напряжение уменьшают до 500—800 *мкв*. Если режим транзистора T_2 по постоянному току нормальный, то громкоговоритель будет звучать без искажений сигнала. Далее ГСС настраивают на частоту 465 *кгц* (промежуточную) и через конденсатор емкостью 30—5 *пф* подключают к коллекторной цепи транзистора T_1 (на схеме — точка *б*). Вращая сердечники катушек L_3 и L_4 добиваются максимальной громкости сигнала ГСС.

Настройку контуров промежуточной частоты лучше всего производить при минимальном уровне сигнала, так как человеческое ухо острее реагирует на изменение громкости звука. Далее ГСС подключают к катушке связи L_2 (на схеме — точка *в*) и более точно настраивают контуры L_3C_4 и L_4C_6 на промежуточную частоту.

Затем проверяют гетеродин. Для этого на ферритовый стержень наматывают 5—6 витков изолированного провода и подключают к этой катушке ГСС, настроенный на частоту около 200 *кгц*. Сигнал прослушивается при настройке блока конденсаторов на частоту генератора. Если гетеродин работает, то при замыкании катушки L_5 напряжение на коллекторе транзистора T_1 должно изменяться на 0,1—0,3 *в*. Гетеродин может не работать из-за неправильного включения выводов катушек L_2 и L_5 или обрывов в них.

Последний этап настройки приемника — установка границ диапазона принимаемых волн. В начале диапазона (емкость блока конденсаторов наименьшая) длинных волн приемник должен настраиваться на частоту около 415 *кгц*. в конце (емкость блока конденсаторов наибольшая) — на частоту 150 *кгц*, а в диапазоне средних волн соответственно на частоты 1 600 и 520 *кгц*. В начале диапазона гетеродинный и входной контуры подстраивают конденсаторами C_9 и C_1, а в конце диапазона изменением индуктивности катушки L_5 подстроечным сердечником. В начале диапазона максимальная громкость сигнала должна быть примерно при средней емкости подстроечных конденсаторов.

Настройку входного контура $L_1C_1C_2$ в конце диапазона можно также производить изменением расстояний между секциями катушки L_1.

Настраивая входной и гетеродинный контуры, надо добиться, чтобы наилучшая чувствительность приемника была в трех точках диапазона: в начале, в конце и примерно посередине. В этом случае он будет принимать наибольшее число радиовещательных станций.

Некоторые особенности монтажа и наладки транзисторных конструкций

Транзисторы — механически прочные приборы. Но они не выдерживают чрезмерно большие токи в проводящем направлении. Если случайно между базой и эмиттером окажется напряжение со

знаком минус на базе, то создающийся при этом большой ток через эмиттерный переход может испортить транзистор.

Транзисторы боятся перегрева во время пайки и недопустимо больших прямых токов через эмиттерный и коллекторный переходы. При пайке выводов транзисторов их надо плотно обжимать плоскогубцами или пинцетом выше места пайки, чтобы плоскогубцы поглощали тепло.

Если транзистор отдает допустимую для него мощность, но при этом нагревается, его корпус надо ставить на радиатор для отвода тепла. Это особенно важно для мощных выходных каскадов усилителей низкой частоты.

Не следует производить впайку транзистора в конструкцию при включенном питании. Первое включение источника питания транзисторного усилителя или приемника нужно производить через миллиамперметр. Если прибор покажет потребляемый ток в несколько раз больший, чем рекомендовано в описании или обозначено в схеме, значит в конструкции есть короткое замыкание. Устранив неисправность и включив питание, в течение двух-трех минут проверьте, не нагреваются ли транзисторы.

В связи с значительным разбросом параметров транзисторов одного и того же типа, что объясняется сложностью технологии изготовления их, во время налаживания возникает необходимость установки коллекторных токов изменением смещения на базах транзисторов. Вместо постоянного резистора в цепь базы полезно вмонтировать временно переменный резистор и им подгонять нужный ток в цепи коллектора. Но последовательно с ним необходимо включить постоянный резистор на 5—10 *ком*, ограничивающий ток базы. После подбора нужного тока в цепи коллектора эти резисторы заменяют постоянным резистором такого же номинала.

Параллельно батареи питания транзисторной конструкции полезно подключать электролитический конденсатор, устраняющий вредную обратную связь между каскадами через внутреннее сопротивление батареи, которое возрастает по мере ее разряда.

Монтаж транзисторной конструкции можно произвести печатным методом, используя для этого газовый фольгированный гетинакс или наклеивая на листовой гетинакс или текстолит клеем БФ-2 медную фольгу толщиной 0,1—0,3 *мм*. На фольге нитрокраской рисуют все необходимые соединения, а после высыхания краски панель погружают в 30-процентный раствор хлорного железа, который стравливает участки фольги, не защищенные краской. Далее панель промывают в проточной воде и сушат. В тех местах, где будут устанавливаться транзисторы и детали, просверливают отверстия соответствующих диаметров и аккуратно ацетоном удаляют нитрокраску.

САМОДЕЛЬНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Авометр

Авометром, схема которого показана на рис. 21, можно измерять: постоянные токи от 10 до 600 *ма*; постоянные напряжения от 15 до 600 *в*; переменные напряжения от 15 до 600 *в*; сопротивления от 10 *ом* до 2 *Мом*; напряжения высоких частот 100 *кгц* — 100 *Мгц* в пределах от 0,1 до 40 *в*; коэффициент усиления транзисторов по току B до 200.

Для измерения напряжений высокой частоты используется выносной пробник (ВЧ головка).

Внешний вид авометра и ВЧ головки показан на рис. 22.

Прибор монтируют в корпусе из алюминия или в пластмассовой коробочке размерами примерно 200×115×50 *мм*. Лицевая панель из листового текстолита или гетинакса толщиной 2 *мм*. Корпус и переднюю панель можно также сделать из фанеры толщиной 3 *мм*, пропитанной бакелитовым лаком.

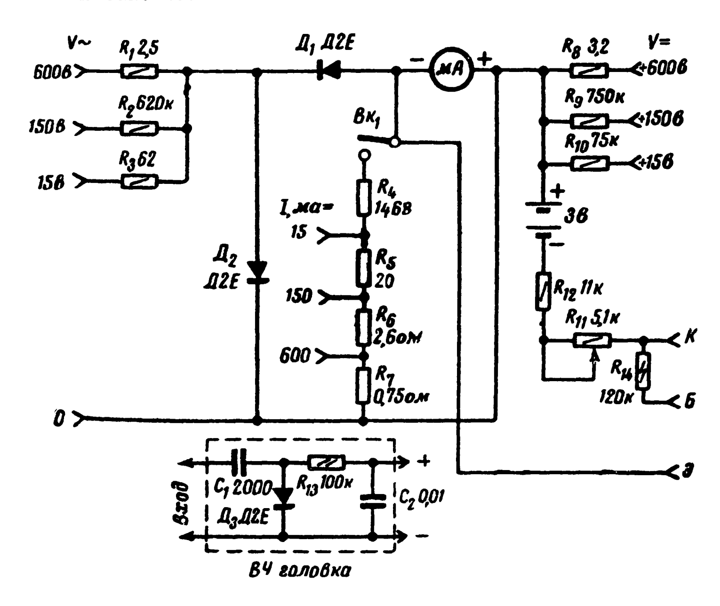


Рис. 21. Схема авометра.

Детали. Микроамперметр типа М-84 на ток 100 *мка* с внутренним сопротивлением 1 500 *ом*. Переменный резистор типа ТК с выключателем $Вк_1$. Выключатель надо снять с корпуса резистора, повернуть на 180° и поставить на прежнее место. Такое изменение делают для того, чтобы контакты включателя замыкались, когда резистор полностью выведен. Если этого не сделать, то универсальный шунт будет всегда подключен к прибору, уменьшая его чувствительность.

Все постоянные резисторы, кроме R_4—R_7, должны быть с допуском номиналов сопротивлений не более ±5%. Резисторы R_4—R_7, шунтирующие прибор при измерении токов, — проволочные.

Выносной пробник для измерения напряжений высокой частоты размещают в алюминиевом корпусе от электролитического конденсатора. Его детали монтируют на пластинке из оргстекла. На ней же крепят два контакта от штепсельной вилки, которые являются входом пробника. Проводники входной цепи надо располагать возможно дальше от проводников выходной цепи пробника.

Полярность диода пробника должна быть только такой, как на схеме. Иначе стрелка прибора будет отклоняться в обратную сторону. То же касается и диодов авометра.

Универсальный шунт изготовляют из проволоки с большим удельным сопротивлением и монтируют непосредственно на гнездах. Для R_5—R_7 подойдет константановая проволока диаметром 0,3 *мм*, а для R_4 можно использовать резистор типа ВС-1 сопротивлением 1 400 *ом*, намотав на его корпус константановую проволоку диаметром 0,01 *мм*, чтобы их общее сопротивление было 1 468 *ом.*

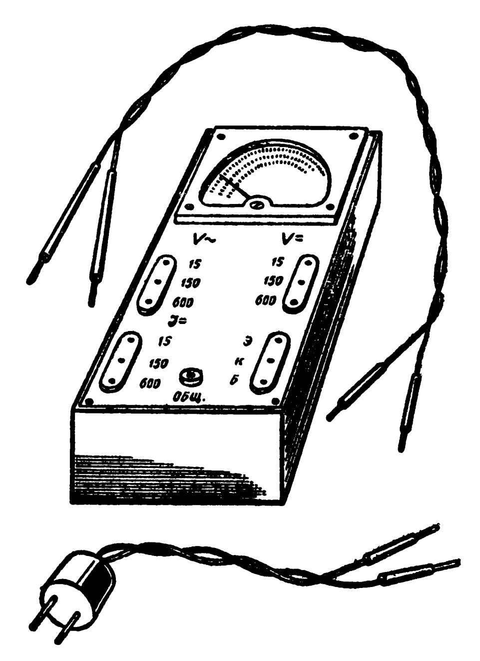


Рис 22. Внешний вид авометра.

Градуировка. Шкала авометра показана на рис. 23. Градуировку шкалы вольтметра производят по эталонному контрольному вольтметру постоянного напряжения по схеме, показанной на рис. 24, *а*. Источником постоянного напряжения (не менее 20 *в*) может быть низковольтный выпрямитель или батарея, составленная из четырех КБС-Л-0,50. Поворачивая движок переменного резистора, наносят на шкалу самодельного прибора отметки 5, 10 и 15 *в*, а между ними — по четыре деления. По этой же шкале измеряют и напряжения до 150 *в*, умножая показания прибора на 10, и напряжения до 600 *в*, умножая на 40 показания прибора.

Шкала измерений тока до 15 *ма* должна точно соответствовать шкале вольтметра постоянных напряжений, что проверяют по эталонному миллиамперметру (рис. 24, *б*). Если показания авометра отличаются от показаний контрольного прибора, то изменяя длину

провода на резисторах R_5—R_7, подгоняют сопротивления универсального шунта.

Точно так же градуируют шкалу вольтметра переменных напряжений.

Для градуировки шкалы омметра надо использовать магазин сопротивлений или использовать в качестве эталонных постоянные резисторы с допуском ±5%. Прежде чем начать градуировку, резистором R_{11} авометра устанавливают стрелку прибора в крайнее правое положение — против цифры 15 шкалы постоянных токов и напряжений. Это будет «0» омметра.

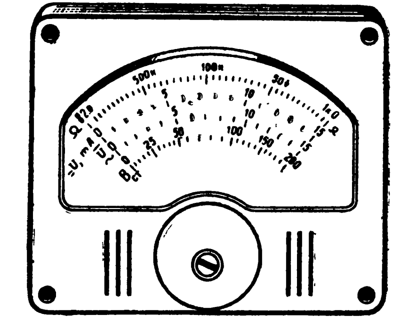


Рис. 23. Шкала авометра.

Диапазон сопротивлений, измеряемых авометром, большой — от 10 *ом* до 2 *Мом*, шкала получается плотной, поэтому на шкалу наносят только цифры сопротивлений 1 *ком*, 5 *ком*, 100 *ком*, 500 *ком* и 2 *Мом*.

Авометром можно измерять статический коэффициент усиления транзисторов по току $В_{ст}$ до 200. Шкала этих измерений равномерная, поэтому делят ее на равные промежутки заранее и проверяют по транзисторам с известными значениями $В_{ст}$ Если показания прибора несколько отличаются от фактических значений, то изменяют сопротивление резистора R_{14} до действительных значений этих параметров транзисторов.

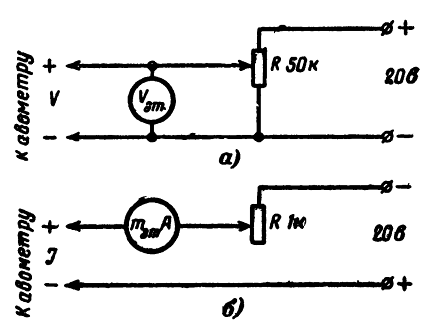


Рис. 24. Схемы градуировки шкал вольтметра и миллиамперметра авометра.

Для проверки выносного пробника при измерении высокочастотного напряжения нужны вольтметры ВКС-7Б и любой высокочастотный генератор, параллельно которому подключают пробник. Провода от пробника включают в гнездо «Общий» и «+15 *в*» авометра. Высокую частоту подают на вход лампового вольтметра через переменный резистор, как при градуировке шкалы постоянных напряжений. Показания лампового волтьметра должны соответствовать шкале постоянного напряжения на 15 *в* авометра.

Если показания при проверке прибора по ламповому вольтметру не совпадают, то несколько изменяют сопротивление резистора R_{13} пробника.

С помощью пробника измеряют напряжения высокой частоты только до 50 *в*. При большем напряжении может произойти пробой

диода. При измерении напряжений частот выше 100—140 *Мгц* прибор вносит значительные погрешности измерений ввиду шунтирующего действия диода.

Все градуировочные отметки на шкале омметра делают мягким карандашом и только после проверки точности измерений обводят их тушью.

Генератор звуковой частоты

Этот прибор может быть использован для налаживания усилителей низкой частоты приемников, телевизоров, магнитофонов, для настройки аппаратуры радиоуправления моделями.

Весь диапазон частот, генерируемых прибором, разбит на четыре поддиапазона: 10 — 100 *гц*, 100 — 1 000 *гц*, 1 000 *гц* — 10 *кгц* и 10 — 100 *кгц*.

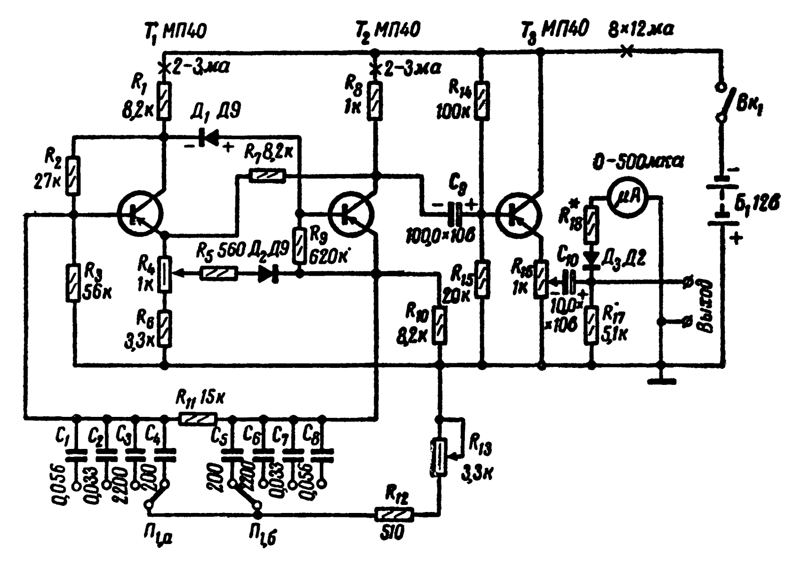


Рис. 25. Схема генератора звуковой частоты.

Прибор работает на четырех транзисторах и питается от трех батарей КБС-Л-0,50, соединенных последовательно. Ток, потребляемый прибором от источника питания, 10 *ма* при выходном напряжении 8 *в*. Выходное сопротивление прибора 1 *ком*.

Схема прибора показана на рис. 25. Генератор собран по схеме Т-образного моста на транзисторах T_1 и T_2. Положительная обратная связь между коллектором транзистора T_1 и базой транзистора T_2 осуществляется через диод $Д_1$, на электродах которого поддерживается фиксированное напряжение 0,6 *в*, благодаря чему характеристика тока транзистора T_1 получается более линейной.

Обратная связь между коллектором транзистора T_2 и эмиттером транзистора T_1 осуществляется через резистор R_7. Напряжение на диоде $Д_2$ определяет рабочую точку обоих транзисторов.

Частота генератора грубо изменяется включением в Т-образный мост конденсаторов C_1—C_4 и C_5—C_8 переключателями $П_{1,а}$ и $П_{1,б}$. Плавно частоту регулируют резистором R_{13}.

Для уменьшения влияния на генератор подключаемых к нему налаживаемых приборов на транзисторе T_3, включенном по схеме эмиттерного повторителя, собран выходной каскад.

Детали. Для генератора используют широко распространенные детали. Переключатель $П_1$ — одноплатный, на 4 положения. Резис-

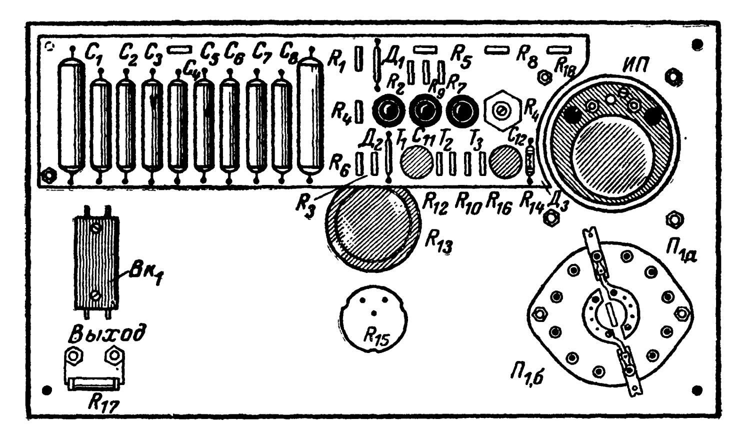


Рис. 26. Внешний вид генератора.

тор R_4 типа СПО-0,5, R_{13} — СПО-2. Конденсаторы C_1—C_8 типа МБ или БГМ. Диоды $Д_1$—$Д_3$ типов Д9, Д2, Д101. Микроамперметр на ток 500 *мка* с внутренним сопротивлением 1 500 *ом*.

Детали генератора монтируют на плате из текстолита (рис. 26) и лицевой панели прибора. Корпус и панель изготовлены из листового дюралюминия толщиной 1,5—2 *мм*. Внешние размеры корпуса составляют 210×100×55 *мм*.

Внешний вид прибора показан на рис. 27.

Настройку генератора начинают с подбора диодов $Д_1$ и $Д_2$, прямое падение напряжений на которых должно быть 0,5—0,6 *в*. При таких напряжениях на диодах ток, потребляемый прибором от батареи при максимальном выходном напряжении, должен быть 8—12 *ма*. Если ток меньше, значит прибор не генерирует. Генерации добиваются переменным резистором R_4.

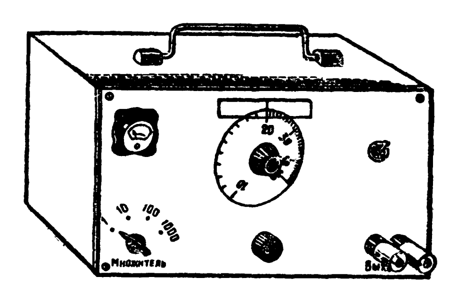


Рис. 27. Расположение деталей в корпусе генератора.

Чтобы каждый поддиапазон перекрывал указанные частоты, нужно конденсаторы, входящие в мост, подобрать такой емкости, чтобы переводя генератор переключателем $П_1$ с одного поддиапазона на соседний, частота изменялась точно в 10 раз.

Сначала переключатель $П_1$ надо установить в положение *1*, когда в мост будут включены конденсаторы C_1 и C_8. Генератор при этом должен перекрывать диапазон частот от 10 до 100 *гц*. Подогнать такой участок частот можно изменением емкостей конденсаторов C_1 и C_8. Затем переключатель устанавливают в положение *2* (подключают конденсаторы C_7 и C_2). Теперь частота генератора должна изменяться резистором R_{13} от 100 до 1 000 *гц*. Если она не соответствует этому диапазону, нужно изменить емкости конденсаторов C_2 и C_7.

Так же настраивают остальные поддиапазоны генератора, умножая частоты соответственно на 100 и 1 000.

Для градуировки прибора нужен контрольный генератор звуковой частоты, по которому и настраивают самодельный прибор. К обоим генераторам подключают головные телефоны. При равенстве частот генераторов в телефонах слышен звук одного тона (нулевые биения между частотой эталонного и самодельного генераторов).

Шкалу прибора вычерчивают на плотной белой бумаге и покрывают прозрачным лаком.

Осциллограф

Предлагаемый осциллограф (рис. 28) содержит всего 2 радиолампы. Диапазон разверток осциллографа в пределах от 25 *гц* до 70 *кгц* разбит на пять поддиапазонов: 25 — 180 *гц*, 120 — 900 *гц*, 800 *гц* — 5 *кгц*; 4,2 — 22 *кгц* и 15 — 70 *кгц*.

Основные узлы и детали прибора: усилитель вертикального отклонения луча на лампе 6Ж5П ($Л_1$); генератор горизонтальной развертки на лампе 6Ж4П ($Л_2$); электроннолучевая трубка 8ЛО29 ($Л_3$); блок питания.

Усилитель вертикального отклонения луча собран на резисторах по обычной схеме. При очень больших исследуемых сигналах переключатель $П_1$ ставят в положение *2* и сигнал подается непосредственно на отклоняющие пластины, минуя усилитель. Переключатель $П_2$ предназначен для переключения вида синхронизации развертки прибора — «внешняя» и «внутренняя».

Генератор пилообразного напряжения для отклонения луча трубки в горизонтальном направлении (горизонтальная развертка) собран по транзисторной схеме на лампе $Л_2$, что позволяет получить большую амплитуду пилообразного напряжения при незначительных искажениях его формы. С помощью переключателей $П_3$ и $П_4$, находящихся на одной оси, производят переключение диапазонов частот развертки осциллографа.

Плавная регулировка в каждом поддиапазоне производится переменным резистором R_{12}. Резистор R_{11} ограничивает изменение частоты. Пилообразное напряжение, поданное на горизонтально отклоняющие пластины, не регулируют, а подбирают при регулировке прибора.

Питается осциллограф от однополупериодного выпрямителя на диодах $Д_1$ и $Д_2$. Для питания управляющего и фокусирующего электродов трубки используется обмотки II трансформатора питания $Тр_1$, в цепь которой включены диоды $Д_3$ и $Д_4$.

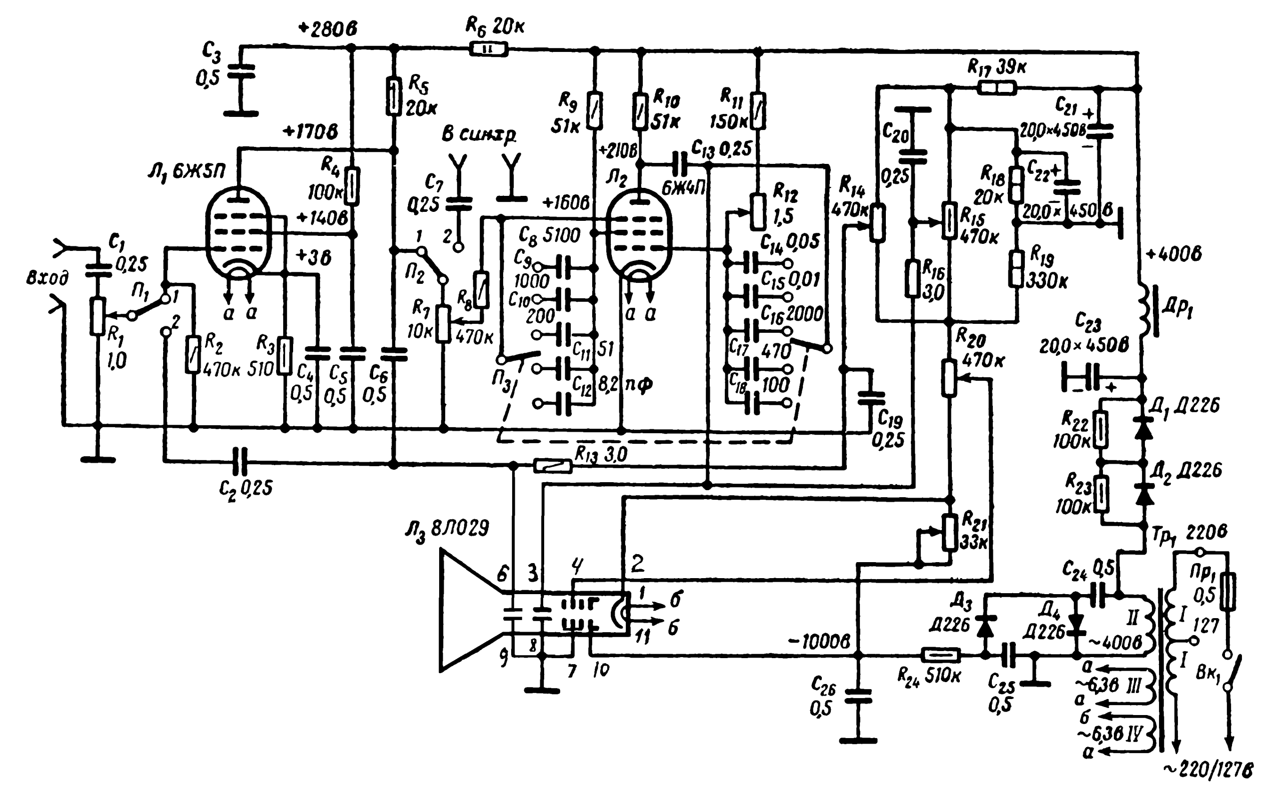


Рис. 28. Схема осциллографа.

Переменные резисторы R_{14} и R_{15} служат для перемещения луча по вертикали и горизонтали трубки, резистор R_{21} — для регулировки яркости луча трубки, R_{20} — для фокусировки луча.

Конструкция и детали. Расположение деталей прибора на шасси показано на рис. 29, а вид передней панели прибора — на рис. 30. Размеры шасси 150×280×80 *мм*, размеры передней панели 160×220 *мм*. Шасси делают из листового железа толщиной 1,5 *мм* с последующей оцинковкой или покраской алюминиевым порошком. Передняя панель изготовлена из листового алюминия. Кожух прибора может быть из алюминия или стали. Его размеры: 280×260×220 *мм*

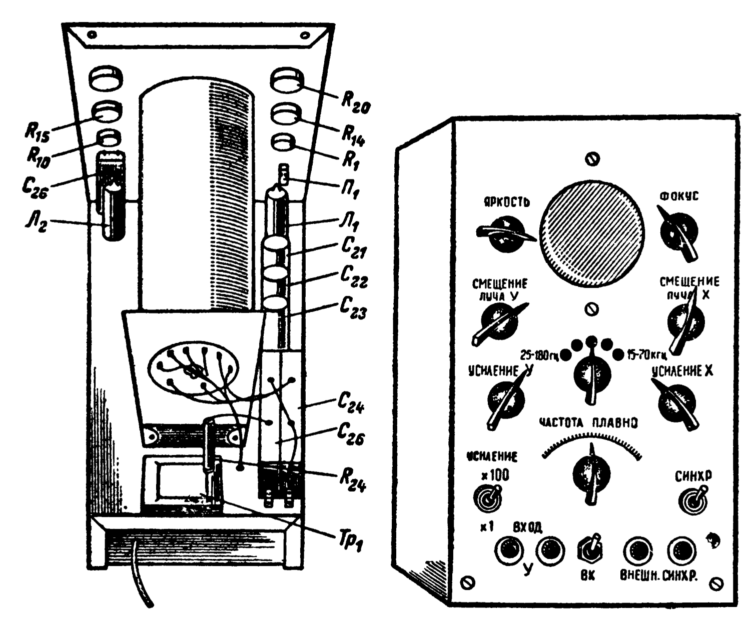


Рис. 29. Расположение деталей на шасси осциллографа.

Рис. 30. Внешний вид и расположение ручек управления осциллографа.

При установке трансформатора питания надо следить, чтобы его магнитное поле не совпало с плоскостью установки электроннолучевой трубки. При таком расположении трансформатора наводки на трубку минимальны.

Трансформатор питания, использованный в приборе, — от приемника «Чайка». Дроссель $Др_1$ фильтра выпрямителя может быть любого типа, с сопротивлением обмотки 120—600 *ом*.

Трансформатор питания находится позади трубки под шасси. Такое расположение трансформатора вызвано необходимостью ослабления магнитных наводок от него, затрудняющих фокусировку луча трубки в одну точку. Для уменьшения наводок на горловину трубки

надевают цилиндрический экран из четырех слоев кровельного железа, равный диаметру трубки.

Налаживание прибора лучше производить при помощи заводского осциллографа и звукового генератора любого типа: проверяют форму кривой развертывающего напряжения и устанавливают диапазоны генерации генератора. Наладка без этих приборов занимает больше времени.

Прежде всего проверяют, работает ли генератор пилообразного напряжения. Для этого на экране трубки фокусируют небольшую светящуюся точку (яркая точка может прожечь экран трубки), а затем проверяют, на всех ли диапазонах возбуждается генератор. Для этого переключатели $П_3$ и $П_4$ поочередно ставят на все диапазоны. При этом линия развертки на разных диапазонах может быть различной длины.

Если на каком-либо из диапазонов генератор не будет генерировать, то проверяют емкость конденсаторов C_8—C_{12} и C_{14}—C_{18} генератора. Емкости конденсаторов C_8—C_{12} должны быть примерно в 10 раз меньше емкостей конденсаторов C_{14}—C_{18}. Неправильное взаимоотношение между этими емкостями ухудшает форму кривой пилообразного напряжения и увеличивает обратный ход луча. Если при проверке конденсаторов не уменьшается длительность обратного хода луча, то уменьшают сопротивление резистора R_8 до 0,1 *Мом* (при этом несколько снижается амплитуда пилообразного напряжения).

Если окажется, что амплитуда пилообразного напряжения недостаточна, то линия развертки на одном из диапазонов может не растягиваться на весь экран трубки. Для устранения этого явления сопротивление резистора R_9 увеличивают до 60—80 *ком*, но может оказаться, что амплитуда пилообразного напряжения будет слишком большой. Снижают ее уменьшением сопротивления резистора R_8 или R_9. Когда напряжение развертки приближается по своей форме к треугольнику, обратный ход луча может быть слишком большим. Это можно устранить увеличением сопротивления резистора R_{11}, однако при этом уменьшается перекрытие диапазона частот.

Чтобы электроннолучевая трубка не вышла из строя из-за внезапного отказа работы блока развертки, необходимо несколько расфокусировать светящееся пятно на ее экране.

Если не работает горизонтальная развертка, а на вертикальные пластины не подано напряжение, то светящаяся точка на экране должна быть строго круглая. Невозможность получения круглой точки на экране укажет, что на электронный луч действует магнитное поле от трансформатора питания. Это явление устраняют лучшей экранировкой трубки.

После того как развертки начнут работать нормально, приступают к наладке усилителя вертикального отклонения луча. Для этого на вход усилителя *У* подают калиброванное переменное напряжение 5—6 *в*, источником которого может быть обмотка накала ламп трансформатора. Резистор R_1 полностью выводят, чтобы сигнал не попадал на управляющую сетку лампы $Л_1$, включают внутреннюю синхронизацию и резистором R_1 добиваются отклонения луча по вертикали. Затем переключатель диапазонов переводят в положение, соответствующее частоте 25—180 *гц*, и резистором R_{12} устанавливают на экране трубки синусоиду. Синусоида не должна передвигаться по экрану трубки. Амплитуду синхронизации регулируют резистором R_7.

Увеличивая резистором R_1 напряжение на управляющей сетке лампы $Л_1$, наблюдают за кривой на экране осциллографа. Если усилитель работает хорошо, то искажения должны быть одинаковы как у верхней, так и у нижней части синусоиды. Если искажение в верхней части синусоиды больше, чем в нижней, то подбирают такой номинал резистора R_3, при котором срезы у обеих полуволн синусоиды будут совершенно одинаковые.

Для проверки частотной характеристики усилителя на вход осциллографа подают переменное напряжение от генератора звуковой частоты. Плавно изменяя частоту генератора, просматривают амплитуду колебания на осциллографе в пределах от 25 *гц* до 70 *кгц*. Если амплитуда колебаний уменьшается на верхних частотах, то увеличивают емкость конденсатора C_4, если, наоборот, она увеличивается, то емкость этого конденсатора уменьшают.

Особое внимание следует обратить на качество и номинал конденсаторов C_8—C_{18}. Если они окажутся недоброкачественными, например с большой утечкой, или будут неправильно подобраны их емкости, генератор может не возбуждаться на высоких частотах.

Гетеродинный измеритель резонанса

Гетеродинный измеритель резонанса (ГИР) — универсальный измерительный прибор. С помощью его настраивают высокочастотные каскады приемников, радиостанций и измеряют частоты колебательных контуров, емкости конденсаторов и индуктивности катушек и производят ряд других измерений.

Схема ГИР показана на рис. 31. Прибор представляет собой генератор высокой частоты, собранный по схеме-трехточке на лампе $Л_1$. Изменения сеточного тока лампы фиксируются микроамперметром. Питание прибора осуществляется от однополупериодного выпрямителя переменного напряжения сети.

Принцип пользования прибором заключается в том, чтобы при любом измерении отмечать, на какой частоте происходит резонанс, характеризующийся резким падением сеточного тока лампы. Если на анод лампы ГИР подавать небольшое напряжение, чтобы генератор не возбуждался, а затем поднести катушку ГИР к контуру работающего передатчика, то во время резонанса прибор даст более высо-

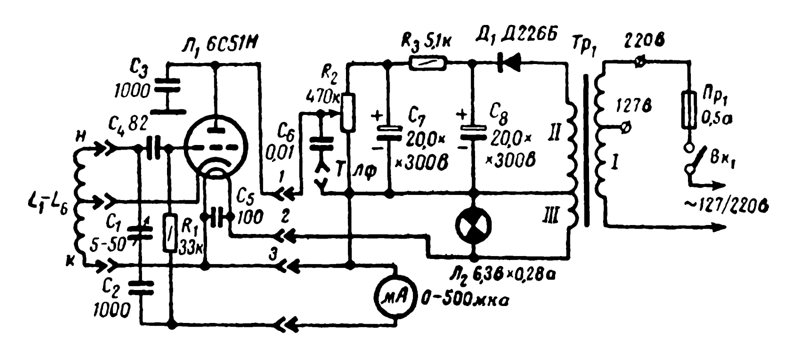


Рис. 31. Схема гетеродинного измерителя резонанса.

кие показания. Прибор имеет шесть сменных катушек, рассчитанных на частоты от 1,5 до 150 *Мгц*.

Генератор ГИР монтируют в отдельном металлическом корпусе и разъемом соединяют с выпрямителем трехжильным экранированным проводом длиной 50 *см* (рис. 32). Микроамперметр находится на лицевой панели корпуса выпрямителя.

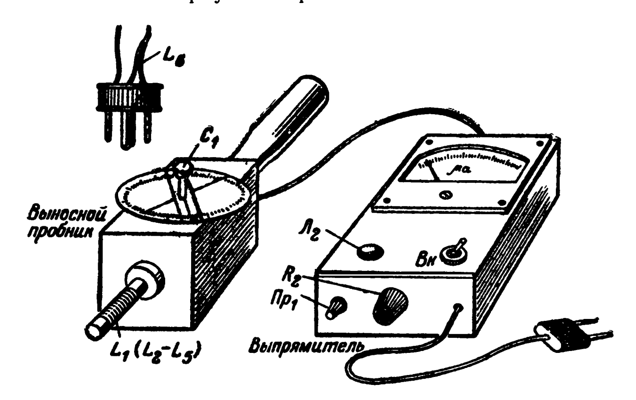


Рис. 32. Внешний вид гетеродинного измерителя резонанса.

Монтаж генератора нужно выполнять короткими проводниками, иначе прибор трудно будет настроить на частоту 150 *Мгц*. Лампу помещают возле колодки для включения сменных катушек. Все провода и конденсаторы, идущие на «землю», соединяют с корпусом в одной точке.

Детали. Трансформатор питания $Тр_1$ от любого лампового радиоприемника 3-го класса. Важно лишь, чтобы у него обмотка накала ламп была на 6,3 *в* и повышающая обмотка — на напряжение 150—200 *в*.

Намоточные данные катушек L_1—L_5 приведены в табл. 2. Каркасами катушек служат стержни из изоляционного материала — текстолита, эбонита, органического стекла.

Катушка L_6 (рис. 32), рассчитанная на диапазон частот 80—

Таблица 2

Катушка	Диапазон частот, *Мгц*	Число витков	Отвод от конца	Провод	Диаметр каркаса, *мм*	Вид намотки (длина намотки, *мм*)
L_1	1,55—3,5	140	32	ПЭЛ-1 0,2	20	Виток к витку
L_2	3,4—7,8	40	12	ПЭЛ-1 0,2	20	То же
L_3	3,5—17,5	25	8	ПЭЛ-1 0,5	20	» »
L_4	17—40	15	5	МГ 1,0	12	25
L_5	37—85	4	1,3	МГ 2,0	12	10

150 *Мгц*, бескаркасная. Она представляет собой незамкнутую вытянутую петлю высотой 45 *мм* из провода МГ диаметром 2 *мм*. Отвод сделан на расстоянии 30 *мм* от заземленного конца.

Выводы и отводы катушек припаивают к штырькам октальных цоколей радиоламп.

Для подключения катушек к генератору используют восьмиштырьковую фарфоровую панельку.

Для градуировки прибора нужны генераторы стандартных сигналов высокой частоты типов ГСС-6 и ГВМ.

При включении любой катушки в панель генератора ГИР стрелка микроамперметра отклоняется. Резистором R_2 устанавливают стрелку прибора в среднее положение шкалы прибора.

Настройку ГИР начинают с катушки L_1. Частоту ГСС устанавливают около 2 *Мгц*, выходное напряжение максимальное. К выходным зажимам ГСС подключают катушку, содержащую 8 витков провода ПЭЛ 0,5. Диаметр катушки должен быть такой, чтобы ее можно было свободно надеть на каркас катушки ГИР. Движок резистора R_2 устанавливают в положение, при котором ГИР не генерирует. Катушку ГСС надевают на катушку L_1 ГИР и конденсатором C_1 добиваются максимального отклонения стрелки прибора — индикатора настройки. Затем проверяют диапазон частот, перекрываемый ГИР с этой катушкой (для L_1 1,55—3,5 *Мгц*). Если диапазон частот значительно отличается от указанного в табл. 2, то несколько изменяют данные катушки, чтобы установить нужный диапазон частот.

Если стрелка индикатора не отклоняется и, следовательно, невозможно определить резонансную частоту ГИР, тогда включают телефоны в гнезда: при настройке контура ГИР в резонанс с частотой ГСС в телефонах будет слышна модуляция ГСС.

Так настраивают все катушки ГИР. Так как ГСС рассчитан на частоты до 26 *Мгц*, то катушки L_5 и L_6 настраивают с помощью генератора метровых волн.

Шкалы частот первых трех диапазонов (катушки L_1—L_3) чертят на одной половине диска на корпусе генератора ГИР, а шкалы трех остальных диапазонов (катушки L_4—L_6) — на второй половине диска. Стрелку шкалы делают из органического стекла шириною 12 *мм* и длиною во всю шкалу. Посередине стрелки наносят риску, которую заливают черной тушью. Стрелку надевают на ось конденсатора переменной емкости и по риске производят отсчет частот.

Измерения с помощью гетеродинного измерителя резонанса

Измерения с помощью ГИР сводятся в основном к сравнению резонансных частот электрических контуров. Чтобы произвести те или иные измерения, в ГИР вставляют катушку соответствующего диапазона частот (иногда сменяют несколько катушек, когда частота измеряемого контура неизвестна) и индуктивно связывают ее с катушкой исследуемого контура. Наблюдая за стрелочным индикатором ГИР, вращают ручку конденсатора переменной емкости, добиваясь резонанса частот. Резонанс фиксируют по резкому уменьшению показаний стрелочного индикатора.

Характер изменения показаний индикатора зависит от добротности катушки и степени связи измеряемого контура с катушкой ГИР: чем выше добротность контура, тем значительнее изменения показаний индикатора.

Измерение коэффициента связи между двумя катушками. С помощью ГИР довольно точно можно измерить коэффициент связи между катушками индуктивности. Делают это так (рис. 33). К одной из этих катушек, лучше всего к катушке с наибольшей индуктивностью L_1, подключают конденсатор емкостью 20—100 *пф*, дважды измеряют резонансную частоту получившегося контура — при разомкнутой второй катушке L_2 и при замыкании ее коротким отрезком провода. Соответственно получают две частоты: f_1 и f_2. Коэффициент связи между катушками определяют по формуле

$$k=\sqrt{1-\left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2}.$$

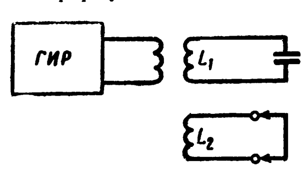


Рис. 33. Схема измерения коэффициента связи между катушками индуктивности.

Этим методом можно измерять коэффициент связи от 0,1 до 0,7. Меньший коэффициент связи измерить трудно, так как разница между частотами f_1 и f_2 мала. При коэффициенте более 0,7 из-за шунтирующего действия второй катушки падает добротность измеряемой катушки, и точно определить резонанс частоты трудно.

Определение частоты ВЧ генератора. Для определения частоты генератора, в том числе и вспомогательного гетеродина приемника, переменным резистором (на рис. 31 — R_2) срывают генерацию ГИР, подносят его катушку к катушке исследуемого генератора и, изменяя емкость конденсатора настройки и сопротивление переменного резистора, добиваются наибольшего отклонения стрелки прибора ГИР. Частоту генерации определяют по шкале конденсатора переменной емкости ГИР в момент резонанса. При этом связь катушки ГИР с генератором ослабляют до минимума: чем меньше эта связь, тем точнее будет определена частота генерации.

Частоту генератора, мощность которого превышает 1 *вт*, надо измерять очень осторожно, чтобы не повредить прибор ГИР из-за большого тока через него. В этом случае достаточно поднести катушку ГИР к катушке генератора не ближе 20—40 *мм*. По мере настройки ГИР в резонанс с частотой генератора его постепенно относят от катушки генератора дальше. Это предупреждает повреждение прибора и дает более точный отсчет частоты.

Измерение индуктивности катушки. Для измерения индуктивности катушки к ней подключают конденсатор, емкость которого известна, и с помощью ГИР измеряют резонансную частоту получившегося контура. Индуктивность катушки определяют по формуле

$$L=\frac{253\cdot 10^6}{Cf^2},$$

где L — измеряемая индуктивность, *мгн*; C — известная емкость конденсатора, *пф*; f — резонансная частота контура, *Мгц*.

Для измерения индуктивности катушки с большим числом витков емкость подключаемого к ней конденсатора должна быть 150—300 *пф*. При измерении индуктивностей катушек УКВ диапазона его емкость должна быть 25—30 *пф*. Для упрощения расчета индуктивности катушек диапазонов средних и длинных волн к ним подключают конденсатор емкостью 100 *пф*.

Измерение емкости конденсатора производят с помощью эталонной катушки, индуктивность которой известна. Индуктивность этой катушки может быть от 10 до 200 *мгн.* Методика измерения такая же, как при измерении индуктивности катушки, с той лишь разницей, что эталоном является не емкость, а индуктивность. Отмечая точку резонанса, определяют емкость конденсатора по той же формуле, только емкость и индуктивность меняют местами:

$$C_x = \frac{253 \cdot 10^6}{Lf^2},$$

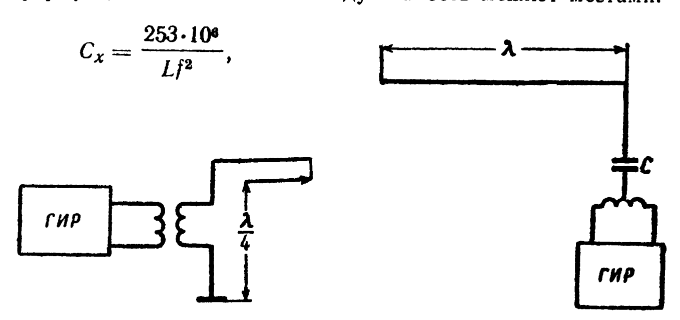


Рис. 34. Схема индуктивной связи гетеродинного измерителя резонанса с антенной.

Рис. 35. Схема емкостной связи гетеродинного измерителя резонанса с антенной.

где C — измеряемая емкость, *пф*; L — индуктивность катушки, *мкгн*; f — резонансная частота, *Мгц*.

Этим способом можно измерять емкости конденсаторов от 10 до 1 500 *пф*.

Настройка антенны с помощью ГИР заключается в измерении ее резонансной частоты. Для этого используют индуктивную (рис. 34) или емкостную (рис. 35) связь ГИР с антенной. Выбор места связи ГИР с антенной и вид связи (емкостная или индуктивная) имеют значение при измерении резонансной частоты антенны.

Для точного измерения резонансной частоты антенны нужно знать хотя бы приблизительно частоту, на которой будет работать антенна. Коэффициент связи должен быть больше, чем при определении резонансной частоты контура. Особенно сильная связь антенны с ГИР должна быть на частотах меньше 10 *Мгц*.

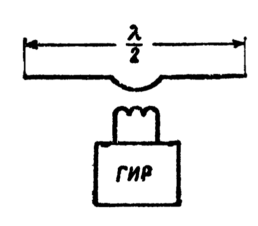


Рис. 36. Схема варианта индуктивной связи гетеродинного измерителя резонанса с полуволновым вибратором.

Если длина антенны более половины длины волны, то применяют емкостную связь (через конденсатор емкостью 5—15 *пф*). При длине антенны меньше половины волны используют индуктивную связь. При настройке полуволновых вибраторов место разреза вибратора соединяют проводом так, чтобы образовался виток связи (рис. 36), который при настройке подносят к ГИР.

При помощи ГИР можно согласовать антенну с кабелем, а кабель с выходом передатчика. Существует такое правило: при правильном согласовании антенны с кабе-

лем и с передатчиком резонансная частота антенны не должна изменяться при подключении к ней кабеля. Поэтому, изменяя связь кабеля с передатчиком и размеры симметрирующих элементов, добиваются, чтобы частота ГИР при отключении антенны от кабеля или кабеля от передатчика почти не изменилась.

При измерении резонансной частоты фидеров (кабелей) с малым волновым сопротивлением учитывают, что их индуктивность очень мала (доли микрогенри), поэтому определение резонансных частот проводят тщательно.

УКВ РАДИОСТАНЦИЯ [1]

Описываемая здесь УКВ радиостанция на любительский диапазон 28—29,7 *Мгц* продолжительное время эксплуатировалась на коллективной радиостанции Новосибирской областной станции юных техников (УА-9-КОД). Корреспонденты, с которыми проводились дальние связи, давали высокую оценку качеству работы радиостанции.

Радиостанция (рис. 37) состоит из трех блоков: передатчика, приемника и блока питания, размещенных в общем кожухе размерами 530×310×220 *мм*. Кожух изготовлен из металлических уголков и листового железа толщиной 1,5 *мм*. Блоки отделены один от другого металлическими перегородками. Для охлаждения радиостанции в стенках кожуха и в перегородках просверлены отверстия диаметром 8—10 *мм*.

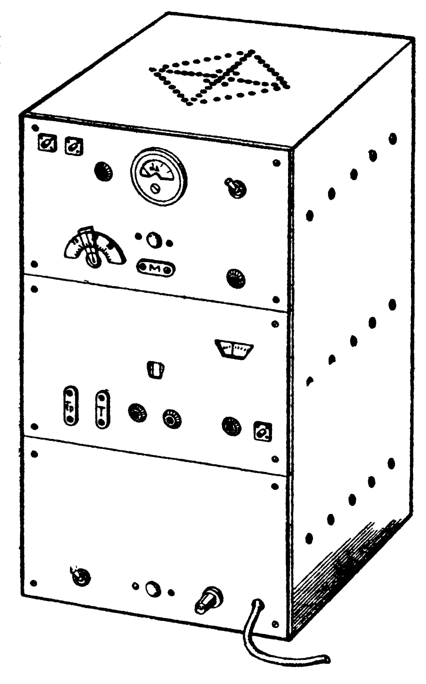


Рис. 37. Внешний вид УКВ радиостанции.

Выходная мощность радиостанции около 30 *вт*.

Радиостанция может работать с любым типом антенны.

Передатчик

Передатчик радиостанции состоит из задающего генератора, усилителя мощности и модулятора. Его принципиальная схема показана на рис. 38.

Задающий генератор работает на лампе 6П15П ($Л_1$) по схеме с электронной связью. Колебательный

[1] Разрешение Инспекции связи на постройку и эксплуатацию радиостанции оформляют через местный радиоклуб ДОСААФ. (*Прим. ред.*)

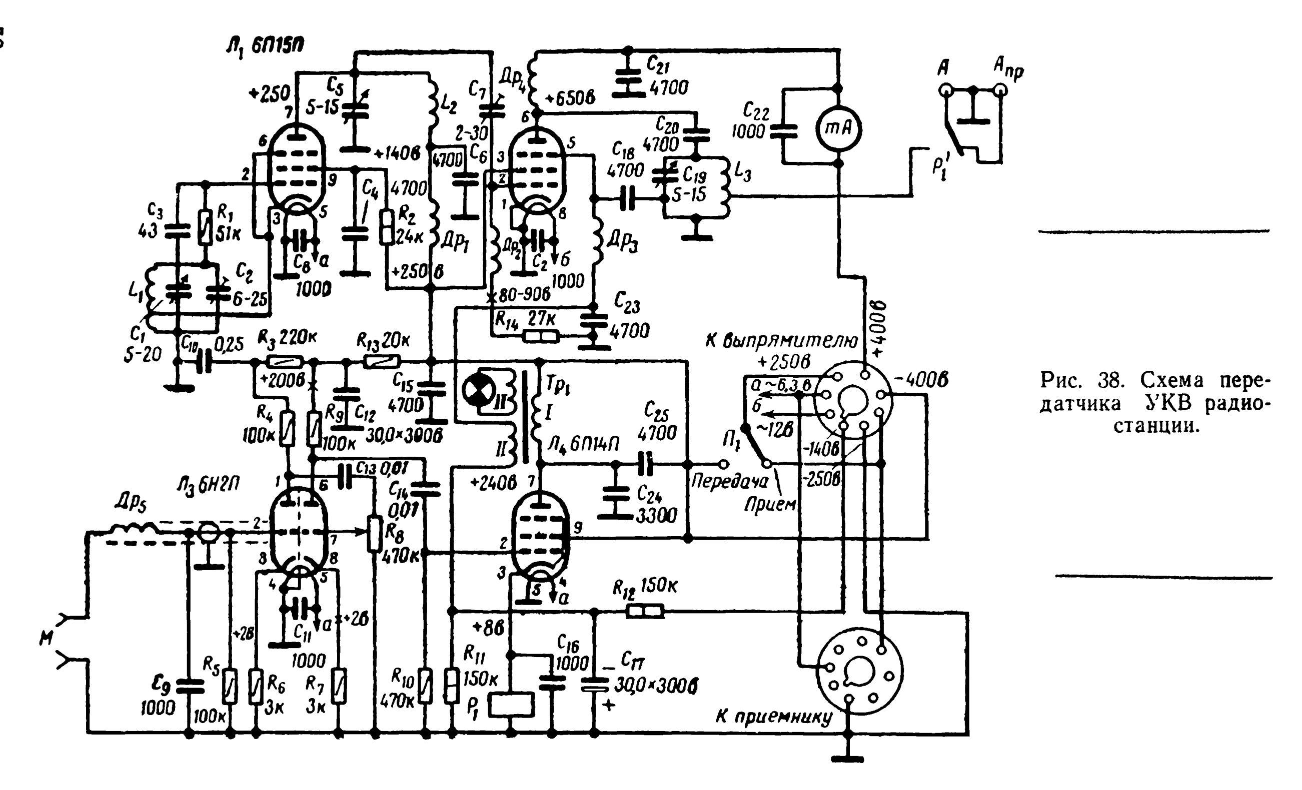


Рис. 38. Схема передатчика УКВ радиостанции.

контур $L_1C_1C_2$ в цепи управляющей сетки лампы настраивается конденсатором переменной емкости C_1 на частоты 14—15 *Мгц*. В анодную цепь лампы включен контур L_2C_5, настроенный на вторую гармонику сеточного контура. Таким образом, частота колебаний в анодном контуре изменяется в пределах 28—30 *Мгц*.

Высокочастотное напряжение этого контура через конденсатор C_7 поступает на управляющую сетку выходной лампы ГУ-50 ($Л_2$), работающей как усилитель мощности. Усиленные лампой колебания высокой частоты через конденсатор C_{20} поступают на выходной колебательный контур L_3C_{19}, настраиваемый на частоты 28—30 *Мгц*. Связь антенны с выходным контуром кондуктивная: ток высокой частоты в антенну подается только с части контура, что сделано для лучшего согласования сопротивлений антенны и контура.

В модуляторе работают две лампы: двойной триод 6Н2П ($Л_3$), являющийся предварительным усилителем напряжения низкой частоты, и пентод 6П14П ($Л_4$) — в выходном каскаде. Модулирующий сигнал с обмотки II трансформатора $Тр_1$ через дроссель $Др_4$ подается на защитную сетку выходной лампы передатчика. Для контроля модуляции выходной трансформатор модулятора имеет дополнительную обмотку III, к которой подключена лампочка $Л_5$ от карманного фонаря, позволяющая судить о глубине модуляции. Чтобы получить модуляцию высокочастотного сигнала с минимальными искажениями, на защитную сетку лампы $Л_2$, кроме модуляционного сигнала, подается еще отрицательное напряжение.

От блока питания к передатчику через разъем подаются четыре номинала напряжений: переменное 6,3 *в* — для питания нитей накала ламп $Л_1$, $Л_3$ и $Л_4$; переменное 12 *в* — для питания нити накала $Л_2$; постоянное 400 *в* — для питания анодной цепи лампы $Л_2$; постоянное 250 *в* — для питания анодно-экранных цепей ламп $Л_1$, $Л_3$ и $Л_4$; постоянное отрицательное напряжение 140 *в*.

Переключателем $П_1$ осуществляется коммутация напряжения 250 *в* и антенны. В положении *Передача* это напряжение подается на передатчик. При этом срабатывает реле $Р_1$ в цепи катода лампы $Л_4$ и контактами P_1' подключает антенну к выходному контуру передатчика. В положении *Прием* напряжение 250 *в* переключается на приемник, реле $Р_1$ обесточивается и его контакты отключают антенну от передатчика.

Детали и монтаж. Передатчик (рис. 39) монтируют на металлическом шасси размерами 300×200×50 *мм* с передней лицевой панелью размерами 300×170 *мм*.

Конденсатор C_1 настройки сеточного контура лампы задающего генератора вместе с катушкой L_1 размещены в подвале шасси. Все детали этого каскада, расположенные возле ламповой панельки, должны быть хорошо экранированы от воздействия на них полей выходной лампы и выходного контура передатчика. Без экранировки возможно самовозбуждение передатчика, от которого трудно будет избавиться.

Миллиамперметр для контроля питания анодной цепи выходной лампы передатчика можно применить любого типа, рассчитанного на постоянный ток 80—100 *ма*.

Данные выходного трансформатора модулятора: сердечник Ш19×25 *мм*; обмотка I — 2 250 витков провода ПЭЛ 0,15; обмотка II — 700 витков провода ПЭЛ 0,15; обмотка III — 60 витков провода ПЭЛ 0,6.

Дроссели высокой частоты намотаны на корпусах резисторов

ВС-1, с которых наждачной бумагой счищен токопроводящий слой. Обмотка каждого дросселя выполнена отрезком провода ПЭЛ 0,15 длиной 2,5 *м*, намотанного в один слой.

При монтаже передатчика следует руководствоваться такими правилами: для цепей, несущих токи высокой частоты, применять голые, желательно посеребренные провода; многожильные проводники высокого постоянного напряжения должны иметь хорошую изоляцию; цепи питания нитей накала ламп должны быть такого диа-

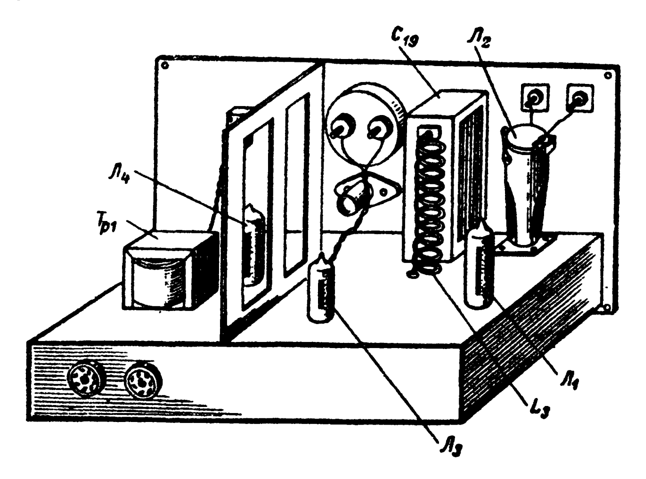


Рис. 39. Расположение деталей на шасси передатчика.

метра, чтобы пропускать в два раза больший ток, чем потребляют лампы.

В задающем генераторе следует применять конденсаторы типа КТК красного и синего цвета.

Реле P_1, укрепленное неподалеку от катушки L_3, типа РСМ-1 с сопротивлением обмотки 250—300 *ом*. Можно применять и другие реле с таким же сопротивлением обмотки и имеющие одну группу нормально замкнутых контактов. Ток срабатывания реле должен быть в пределах 35—45 *ма*. Если ток срабатывания реле меньше, то его обмотку следует зашунтировать постоянным резистором, чтобы она не нагревалась.

Настройка. Первым проверяют и налаживают задающий генератор передатчика. В это время высокое напряжение на анод и экранирующую сетку выходной лампы не подают. Если ошибки в монтаже нет, то неоновая лампа, поднесенная колбой к контуру задающего генератора, должна светиться, что является первым признаком работы генератора. Если генерация не возникает, а напряжения на электродах лампы $Л_1$ соответствуют указанным на схеме, отвод катушки L_1 надо перепаять на один-два витка ближе к управляющей сетке, добиваясь генерации.

Измерить частоты колебаний в сеточном контуре задающего генератора можно с помощью ГИР или генератора высокой частоты, например типа ГМВ. Катушку ГИР (или виток связи с генератором

высокой частоты) нужно близко поднести к катушке L_1, а как только частота будет определена, связь между катушками надо предельно ослабить и снова измерить частоту задающего генератора. Установив ротор конденсатора C_1 в положение средней емкости и изменяя емкость конденсатора C_2, сеточный контур задающего генератора настраивают на частоту 14,5 *Мгц*. Если только подстроечным конденсатором этого добиться не удастся, то изменяют число витков катушки L_1.

Далее настраивают анодный контур L_2C_5 на вторую гармонику задающего генератора. Делать это удобно с помощью простейшего высокочастотного пробника, представляющего собой катушку из двух витков провода диаметром 1—2 *мм*, к которому через высокочастотный точечный диод подключен миллиамперметр на ток 100 *мка* — 2 *ма*; прибор заблокирован конденсатором емкостью 10 000—5 000 *пф*. Катушки пробника подносят к катушке L_2 и, изменяя емкость конденсатора C_5, а если надо, то и индуктивность катушки L_2, добиваются наибольшего отклонения стрелки прибора пробника. Максимальное показание прибора должно быть примерно при среднем положении ротора конденсатора C_5. При этом частота колебаний в контуре L_2C_5, измеренная ГИР, должна быть 29 *Мгц*. Если колбой неоновой лампы дотронуться до анода лампы $Л_1$, она должна светиться наиболее ярко при настройке контура L_2C_5 точно на вторую гармонику колебаний задающего генератора. Неоновая лампа так же ярко должна светиться, если поднести ее к гнезду управляющей сетки панельки лампы $Л_2$. На резисторе R_{14} должно быть падение напряжения около 80—90 *в*. Если это напряжение окажется меньше, что бывает из-за недостаточно хорошей настройки задающего генератора, то нужно точнее подстроить анодный контур лампы $Л_1$, а если это не помогает, то изменить сопротивление резистора R_1.

После этого подают напряжение на анод и экранирующую сетку выходной лампы $Л_2$ через резистор сопротивлением 2,7—3 *ком* мощностью 2—4 *вт*. Конденсатором C_{19} добиваются настройки выходного контура L_3C_{19} в резонанс с частотой анодного контура лампы задающего генератора. При резонансе миллиамперметр в анодной цепи выходной лампы должен показывать примерно в 10 раз меньший ток, чем при расстройке контура.

Теперь можно проверить, не пропускают ли дроссели $Др_1$ и $Др_2$ ток высокой частоты через себя. Если провести колбой неоновой лампы по дросселям, она должна ярко светиться около «горячих» концов дросселей (по схеме — верхние) и по мере передвижения ее к «холодным» концам светиться все слабее и слабее. Если неоновая лампа светится и у «холодного» конца дросселя, это значит, что дроссель пропускает через себя ток высокой частоты. Чтобы избавиться от этого явления, надо изменить данные дросселя, а если надо, то и увеличить емкость конденсатора, включенного между шасси и «холодным» концом дросселя (C_{21}, C_{23}).

Антенну при настройке высокочастотной части передатчика включать не следует. Но если между шасси и отводом от катушки L_3 включить автомобильную лампочку на напряжение 12 *в*, мощностью 15 *вт*, то нить лампочки должна светиться полным накалом.

Следующий этап — наладка модулятора. Модулятор рассчитан для работы от любого электродинамического микрофона с согласующим трансформатором. Если при включении модулятора и генератора в модуляторе появится свист и контрольная лампа $Л_5$ горит, значит модулятор самовозбудился. Самовозбуждение может быть по

ряду причин, например из-за слишком длинных проводников цепей управляющих сеток триодов лампы $Л_3$, плохой экранировки микрофонного провода, ламп модулятора. Иногда самовозбуждение модулятора удается устранить изменением включения выводов обмотки II трансформатора $Тр_1$ или расположения монтажных проводников цепей управляющих сеток лампы $Л_3$. Дроссель $Др_5$ и конденсатор C_9 должны быть припаяны непосредственно к гнездам ламповой панельки.

При разговоре перед микрофоном на расстоянии 30—40 *см* переменное напряжение на обмотке II трансформатора $Тр_1$ должно быть 60—70 *в*. Если это напряжение значительно меньше, увеличить его можно подключением параллельно резистору R_6 электролитического конденсатора емкостью 20 *мкф* на напряжение 20 *в*.

Качество модуляции лучше всего контролировать с помощью контрольного приемника, отнесенного от передатчика на возможно большее расстояние. Модуляция должна прослушиваться без хрипов и писков.

Приемник

Приемник радиостанции супергетеродинного типа на шести пальчиковых лампах. Для повышения избирательности по зеркальному каналу промежуточная частота приемника выбрана 1 600 *кгц*. Чувствительность приемника на всем диапазоне частот (27,7—30,3 *Мгц*) порядка 1 *мкв* при отношении сигнал/шум 20 *дб*. Ослабление сигнала при расстройке на 5 *кгц* не хуже 35 *дб*.

Схема приемника показана на рис. 40. Сигнал из антенны поступает на колебательный контур $L_1C_1C_2$, настраиваемый конденсатором C_1, затем в цепь управляющей сетки лампы 6Ж1П ($Л_1$) усилителя высокой частоты, а после усиления — через конденсатор C_8 на вход преобразователя частоты. В преобразователе использована лампа 6Ф1П ($Л_2$). Ее пентодная часть работает в качестве смесителя, а триодная часть в гетеродине. Сигнал гетеродина поступает на управляющую сетку смесителя через емкость монтажа и междуэлектродные емкости лампы.

Усилитель промежуточной частоты двухкаскадный, на лампах 6Ж1П ($Л_3$, $Л_4$). Контуры полосовых фильтров промежуточной частоты L_4C_{10}, L_5C_{14}, L_6C_{21}, L_7C_{23}, L_8C_{27} и L_9C_{31} настроены на частоту 1 600 *кгц*.

Детектор приемника диодный, на точечном диоде Д9. Продетектированный им сигнал усиливается двухкаскадным усилителем низкой частоты на триод-пентоде 6Ф3П ($Л_6$). На выход приемника могут быть включены громкоговоритель ($Гр_1$) или телефон ($Тлф_1$).

Настройка контуров $L_1C_1C_2$ и $L_2C_{11}C_9$ на частоту принимаемого сигнала и контура $L_3C_{17}C_{18}$ гетеродина производится трехсекционным блоком конденсаторов переменной емкости. Регулировка чувствительности приемника осуществляется резистором R_{11} путем изменения автоматического смещения на управляющих сетках ламп усилителя промежуточной частоты.

Для удобства настройки на радиостанцию в приемнике применен оптический индикатор настройки 6Е1П ($Л_5$).

Детали и монтаж. Приемник (рис. 41) смонтирован на металлическом шасси размерами 300×200×40 *мм* с передней панелью размерами 300×170 *мм*.

Для настройки контуров усилителя высокой частоты и гетеродина использован блок конденсаторов переменной емкости от радио-

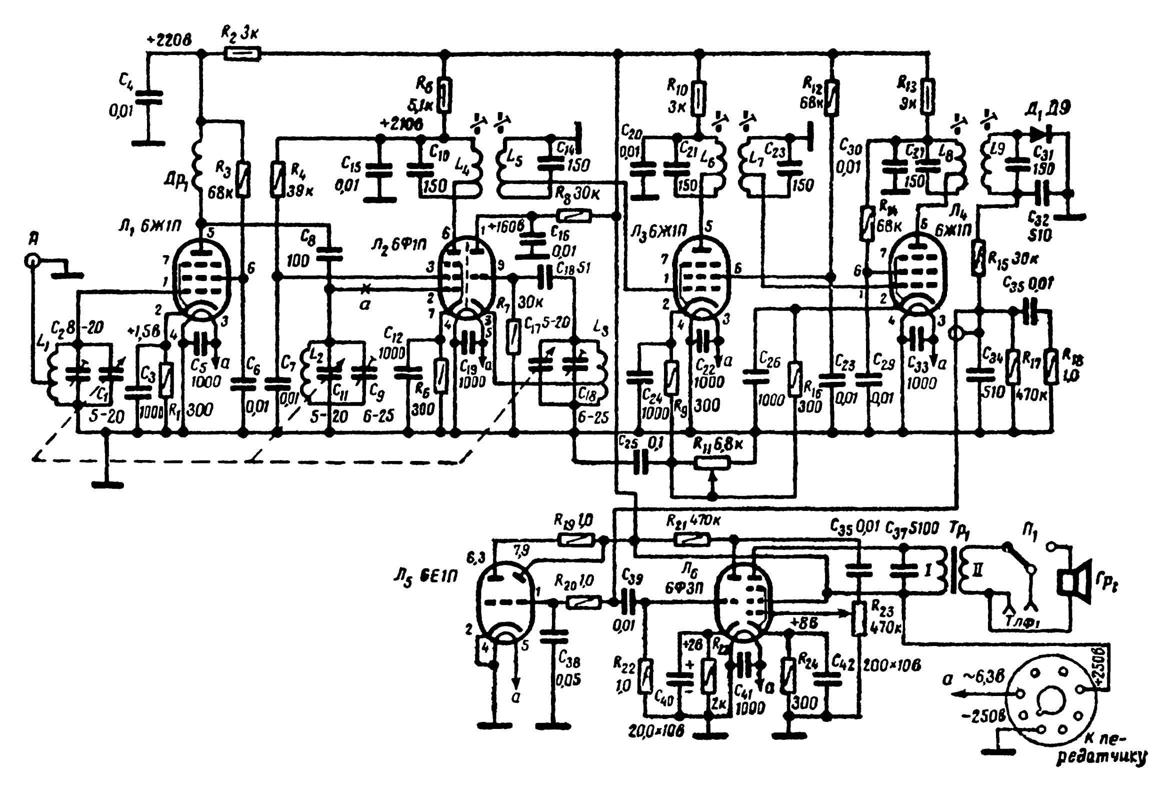


Рис. 40. Схема приемника УКВ радиостанции.

станции А-7-А (А-7-Б). Такой блок конденсаторов можно сделать из блока радиовещательного радиоприемника 1-го класса, оставив в каждой секции по одной роторной и две статорных пластины.

Катушки L_1—L_3 наматывают на цилиндрических каркасах диаметром 15 *мм* и высотой 35 *мм* из любого изоляционного материала (керамика, полистирол, органическое стекло, гетинакс), катушки

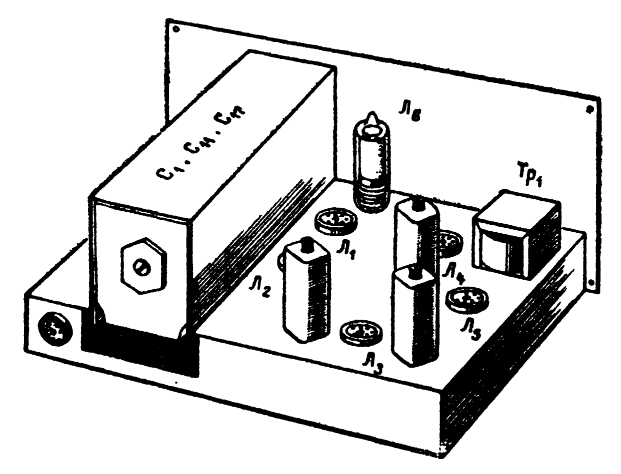


Рис. 41. Расположение деталей на шасси приемника.

L_4—L_9 — на полистироловых каркасах диаметром 2,5 *мм* и высотой 14 *мм* с подстроечными сердечниками марки 600НН. $Др_1$ намотан на корпусе резистора ВС-1 сопротивлением не менее 100 *ком*. Катушки L_1—L_3 крепят на блоке конденсаторов переменной емкости.

Намоточные данные всех катушек и дросселя высокой частоты указаны в табл. 3.

Таблица 3

Обозначение по схеме	Число витков	Провод	Индуктивность, *мкгн*
L_1	11, отвод от 2-го витка	МГ 1,0	0,831
L_2	11	МГ 1,0	0,831
L_3	10, отвод от 1,5 витка	МГ 1,0	0,652
L_4—L_8	80, отвод от 40-го витка	ПЭЛ 0,1	58
L_9	40	ПЭЛ 0,1	25

Все катушки помещены в алюминиевые экраны. Для катушек L_1—L_3 диаметр экранов 30 *мм*, высота 40 *мм*.

Выходной трансформатор $Тр_1$ — от любого лампового приемника или телевизора, электродинамический громкоговоритель $Гр_1$ типа 0,5-ГД10 или ему подобный.

Верньерное устройство — самодельное. Диск диаметром 60 *мм* выпилен из фанеры толщиной 6 *мм*. По окружности трехгранным напильником сделана канавка глубиной 4—5 *мм* для пасека. Диск укреплен на оси блока конденсаторов переменной емкости. Под диском, на расстоянии 20 *мм* от него, укреплен вернерный шкив, изготовленный из негодного переменного резистора типа СП. Пасеком служит капроновая нитка, натягиваемая пружиной для предотвращения пробуксовки нити на шкивах.

Подстроечные конденсаторы типа КПК-1. Конденсаторы C_8, C_{16}, C_{10}, C_{14}, C_{21}, C_{23}, C_{27}, C_{31} типа КТ-1, КД-1 или любые керамические. Остальные неэлектролитические конденсаторы керамические или слюдяные. Применение бумажных конденсаторов нежелательно. Электролитические конденсаторы любого типа — КЭ-2 или К50-3. Постоянные резисторы типа МЛТ-0,5 или ВС-0,25. Номиналы всех конденсаторов и резисторов указаны на схеме.

Настройка. Напряжения на электродах ламп, указанные на принципиальной схеме, измерены относительно шасси прибором Ц-20 и не должны отличаться более чем на 10—15%.

Работу усилителя низкой частоты проверяют на качество воспроизведения грамзаписи. Звукосниматель подключают параллельно резистору R_{22}. Желательный тембр звука устанавливают подбором емкости конденсатора C_{37}.

Для настройки фильтров промежуточной частоты потребуется генератор ГСС-6 (Г-4а), а для настройки контуров усилителя высокой частоты и гетеродина — генератор ГМВ или подобный ему генератор. Если есть опыт работы с ГИР, то можно обойтись только этим прибором.

Сигнал ГСС частотой 1 600 *кгц*, напряжением около 50 *мв* через конденсатор емкостью 50—100 *пф* подают на анод лампы $Л_4$ и, поворачивая сердечник катушек L_8 и L_9, добиваются максимального показания вольтметра переменного напряжения, подключенного к вторичной обмотке выходного трансформатора. В это время движок переменного резистора R_{11} должен находиться в крайнем правом (по схеме) положении. Затем генератор подключают на анод лампы $Л_3$. Уровень сигнала на выходе приемника должен резко возрасти. Убавив напряжение на генераторе, сердечниками катушек L_6 и L_7 настраивают контуры L_6C_{21} и L_7C_{23} на промежуточную частоту, также добиваясь максимального напряжения на выходе приемника. Далее генератор подключают к управляющей сетке пентодной части лампы $Л_2$ и точно так же настраивают контуры L_4C_{10} и L_5C_{14}. Усилитель промежуточной частоты можно считать настроенным удовлетворительно, если при повороте любого из шести сердечников контуров полосовых фильтров показания прибора на выходе приемника будут уменьшаться.

После этого приступают к настройке контуров усилителя высокой частоты и преобразователя. Роторы блока контуров конденсатора переменной емкости устанавливают в среднее положение, а сигнал генератора ГМВ подают на управляющую сетку пентодной части лампы $Л_2$ смесителя (точка *а*). Изменяя частоту генератора в пределах от 25 до 35 *Мгц*, определяют частоту сигнала, на которую настроен преобразователь, а затем, изменяя емкость подстроечного конденсатора C_{18}, добиваются, чтобы при среднем положении шкалы приемника частота сигнала была точно 29 *Мгц*. Затем роторы блока конденсаторов устанавливают в положение минимальной емкости и конденсатором C_{18} настраивают контур гетеродина на частоту

30,3 *Мгц* После этого блок конденсаторов устанавливают в положение максимальной емкости и изменением зазоров между пластинами конденсатора C_{17} добиваются настройки гетеродинного контура на частоту 27,7 *Мгц*.

В том случае, если приемник не реагирует на сигнал генератора, нужно проверить работу гетеродина. Для этого в анодную цепь триодной части лампы $Л_2$ (между резистором R_8 и анодом) следует включить миллиамперметр на ток 10 *ма* и замкнуть катушку L_3. Если при этом анодный ток не изменяется, значит гетеродин не генерирует. В таких случаях проверяют соединения всех деталей, входящих в гетеродин, и если все оказывается правильным, отвод катушки L_3 перепаивают на полвитка ближе к незаземленному концу катушки.

Для настройки контуров усилителя высокой частоты сигнал ГМВ подают на вход приемника (гнездо антенны). Настроив генератор на частоту 29 *Мгц*, подстроечными конденсаторами C_9 и C_2 добиваются максимальной чувствительности приемника по показанию прибора на его выходе. Чувствительность приемника в начале, конце и середине диапазона выравнивают изменением расстояния между роторными и статорными пластинами конденсаторов C_1 и C_{11}.

Шкалу приемника градуируют по сигналам генератора. Риски частот 28; 28,5; 29; 29,5 и 30 *Мгц* обозначают цифрами этих частот.

Блок питания

Блок питания радиостанции (рис. 42) состоит из трансформатора питания и трех выпрямителей, дающих три номинала постоянных напряжений: 400, 250 и 140 *в*. Выпрямитель питания ламп задающего генератора, модулятора, экранирующей сетки выходной лампы передатчика и ламп приемника (250 *в*) работает по схеме удвоения напряжения. Выпрямитель питания анода выходной лампы передатчи-

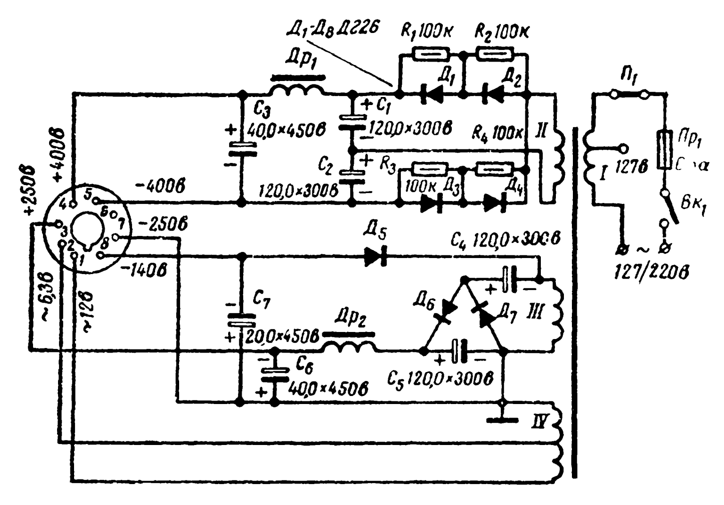


Рис. 42. Схема блока питания радиостанции.

ка (400 *в*) также с удвоением выпрямленного напряжения, но он включается в работу только во время передачи. Этот выпрямитель во время передачи соединяют последовательно с выпрямителем на 250 *в*, следовательно, на анод выходной лампы подают напряжение 650 *в*. Такая система питания выходной лампы передатчика позволила применить в выпрямителях электролитические конденсаторы с рабочим напряжением 450 *в*.

Выпрямитель отрицательного напряжения (140 *в*), подаваемого на защитную сетку выходной лампы передатчика, однополупериодный.

Трансформатор питания самодельный. Его сердечник собран из пластин Ш25, толщина набора 64 *мм*. Обмотка I содержит 342+230 витков провода ПЭЛ 0,59; обмотка II — 520 витков провода ПЭЛ 0,59; обмотка III — 260 витков того же провода; обмотка IV — 16 витков провода ПЭЛ 1,5 (секция на 6,3 *в*) плюс 17 витков ПЭЛ 0,5.

Дроссели $Др_1$ и $Др_2$, использованные в фильтрах выпрямителей, — от телевизионных приемников любого типа.

Шасси блока питания имеют точно такую же конструкцию и размеры, как шасси передатчика и приемника. Блок питания соединяют с передатчиком и приемником с помощью разъемов, изготовленных из октальных цоколей ламп и панелек для них.

На лицевой панели можно смонтировать типовые измерительные приборы для контроля напряжений и токов выпрямителей.

АППАРАТУРА РАДИОУПРАВЛЕНИЯ МОДЕЛЯМИ

Описываемая аппаратура[1] может быть использована для управления авиа- и судомоделями по радио в диапазоне частот 27,6—28 *Мгц*. Дальность действия аппаратуры в воздухе до 3—5 *км*, на земле — до 400—500 *м*. Аппаратура испытана на модели ракетоносца на гусеничном ходу, получившей приз на 22-й Всесоюзной выставке радиолюбителей-конструкторов.

Передатчик

Принципиальная схема передатчика показана на рис. 43. Задающий генератор собран на транзисторе T_1. Его колебательный контур L_1C_2 настроен на частоту 13,8—14 *Мгц*. Колебания высокой частоты через катушку связи L_2 подаются на базу транзистора T_2 каскада удвоения частоты. Смещение на базе транзистора автоматическое, за счет детектирования токов высокой частоты эмиттерным переходом. Колебательный контур $L_3C_5C_6$ в цепи коллектора настроен на частоту 27,6—28 *Мгц*. Напряжение высокой частоты с этого контура подается на эмиттер транзистора T_3 выходного каскада передатчика.

В коллекторную цепь транзистора T_3 включен выходной контур L_5C_9, настроенный на частоту 27,6—28 *Мгц*. Связь антенны с выходным контуром емкостная, через конденсатор C_{10}. Для увеличения отдачи энергии в антенну применена «удлинительная» катушка L_6,

[1] Разрешение Инспекции связи на постройку и эксплуатацию передатчика для радиоуправлений моделями оформляют через радиоклуб ДОСААФ. (*Прим. ред.*)

которая вместе с антенной настраивается в резонанс с частотою выходного контура передатчика.

Антенной служит телескопическая антенна длиной 1 *м* от переносных приемников.

Модулятор на транзисторах T_4 и T_5 представляет собой генератор звуковых частот. Включая в цепь базы транзистора T_5 при помощи кнопок $Кн_1$—$Кн_4$ конденсаторы C_{12}—C_{15}, можно получить четыре фиксированные звуковые частоты: 4 500, 4 000, 3 500, 3 000 *гц*, необходимые для подачи команд.

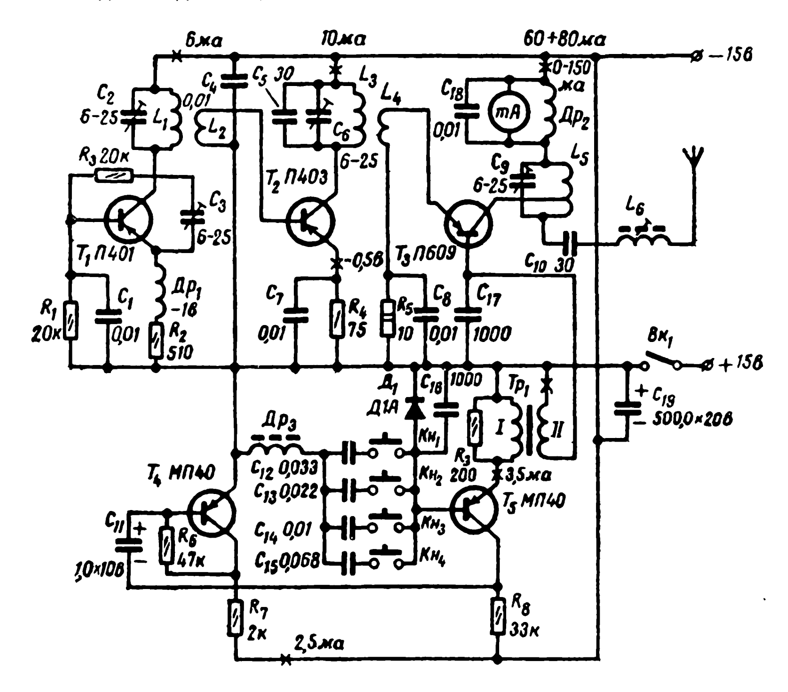


Рис. 43. Схема передатчика радиоуправления моделями.

В коллекторную цепь транзистора T_5 выходного каскада модулятора включен трансформатор $Тр_1$. Напряжение звуковой частоты с вторичной обмоткой этого трансформатора подается в цепь базы транзистора T_3 выходного каскада передатчика, осуществляя модуляцию несущей. При таком подключении модулятора к передатчику мощность модулятора может быть небольшая, а глубина модуляции выходного каскада достигает 70—85%.

Выходная мощность передатчика 1,5—2 *вт*.

Конструкция и детали. Детали передатчика монтируют на плате из листового гетинакса или стеклотекстолита размерами 130×120 *мм*. Монтажную плату вместе с батареей питания (4 шт. Л-0,5) размещают в металлическом корпусе размерами 200×140×55 *мм*.

Расположение основных деталей на плате показано на рис. 44, а внешний вид передатчика со стороны передней панели — на рис. 45.

Данные катушек и дросселей передатчика приведены в табл. 4.

Транзисторы П403 можно заменить транзисторами П420—П423, П416, а МП40 — транзисторами МП39, МП41, ИП42.

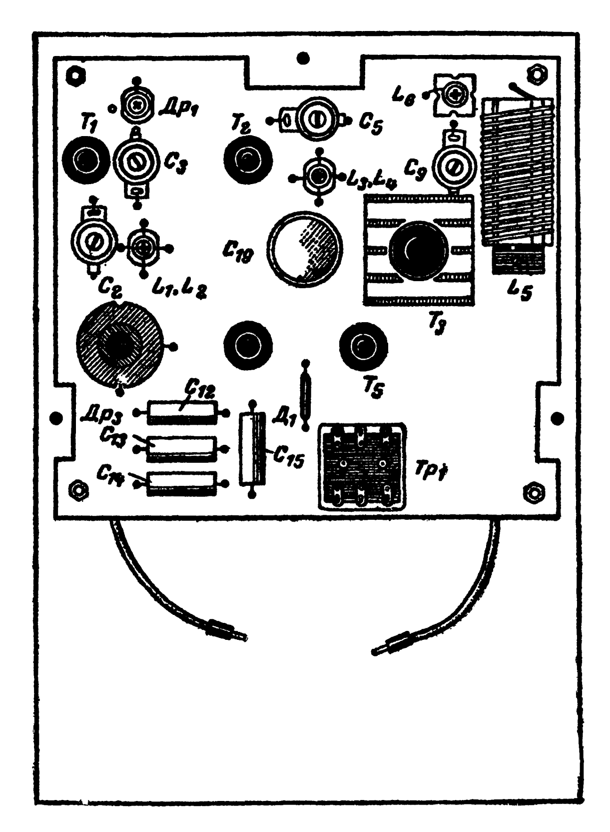


Рис. 44. Расположение деталей на панели передатчика.

В качестве выходного трансформатора модулятора применен согласующий трансформатор от карманного приемника, вторичная обмотка которого используется как модулирующая. Конденсаторы C_2, C_3, C_6 и C_9 типа КПК-1. Все резисторы, кроме R_5, типа УЛМ или МЛТ. Резистор R_5 проволочный (2,5 *м* провода ПЭЛ 0,1), намотан на корпусе резистора ВС-0,25 сопротивлением не менее 10 *ком*. Кнопки $Кн_1$—$Кн_4$ любого типа.

Настройку передатчика начинают с проверки задающего генератора. При включении питания миллиамперметр в коллекторной цепи

транзистора T_1 должен показывать ток в пределах 5—12 *ма*, а при замыкании катушки L_1 уменьшиться на 2—3 *ма*. Если при замыкании катушки ток не изменяется, что указывает на то, что задающий генератор не работает, генерации добиваются подстроечным конденсатором C_3.

Частоту задающего генератора проверяют с помощью ГИР, она должна быть в пределах 13,8—14 *Мгц*. Изменением емкости конденсатора C_3 добиваются, чтобы ток, потребляемый этим каскадом от батареи, был в пределах 10—12 *ма*. Такой ток соответствует наилучшему режиму работы задающего генератора.

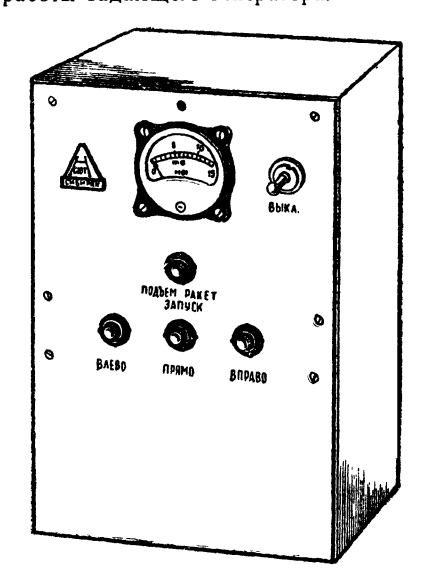


Рис. 45. Расположение органов управления на панели передатчика.

Контур $L_3C_5C_6$ конденсатором C_5 настраивают на частоту 27,6—28 *Мгц*. Момент резонанса можно определить по ГИР, настроенному на эту частоту, поднеся его катушку к катушке L_3. В момент резонанса стрелка прибора должна максимально отклониться. Можно также воспользоваться простейшим высокочастотным пробником — витком провода ПЭВ 0,8, замкнутым на лампочку накаливания 25 *в*$\times$0,075 *а*. Если виток пробника надеть на катушку L_3, то в момент резонанса лампочка должна слабо светиться. Не исключено, что для точной настройки контура $L_3C_5C_6$ на частоту 27,6—28 *Мгц* придется подбирать емкость конденсатора C_5.

После этого настраивают выходной каскад передатчика. При настройке контура L_5C_9 конденсатором C_9 на частоту 27,6—28 *Мгц* в момент резонанса миллиамперметр в цепи этого контура должен показывать минимальный ток, а лампочка высокочастотного пробника, поднесенного к катушке L_5, ярко светиться.

Таблица 4

Обозначение по схеме	Наименование	Материал и диаметр каркаса	Число витков	Провод
L_1	Катушка задающего генератора	Полистирол, Ø 6 *мм*	30	ПЭЛ 0,2
L_2	Катушка связи		3	ПЭЛ 0,3
L_3	Катушка удвоителя частоты	Полистирол, Ø 6 *мм*	15	ПЭЛ 0,2
L_4	Катушка связи		3	ПЭЛ 0,3
L_5	Катушка выходного контура	Керамика, оргстекло, Ø 16 *мм*, длина намотки 35 *мм*	14	МГ 0,8
L_6	Удлинительная катушка	Полистирол, Ø 6 *мм*	10	ПЭЛ 0,2
$Др_1$	Дроссель задающего генератора	Полистирол, Ø 6 *мм*	30	ПЭЛ 0,1
$Др_2$	Дроссель выходного каскада	Полистирол, Ø 6 *мм*	30	ПЭЛ 0,1
$Др_3$	Дроссель звукового генератора	Ферритовое кольцо 600 НН с внутренним диаметром 15 и наружным 20 *мм*	2000	ПЭЛ 0,1

Для настройки антенны потребуется простейший волномер, схема которого показана на рис. 46.

Для контроля настройки антенны в резонанс с выходным каскадом передатчика параллельно дросселю $Др_2$ подключают миллиамперметр на ток до 15 *ма*. Волномер, снабженный антенной в виде отрезка провода длиной 1 *м*, настроенный на частоту 27,6—28 *Мгц*, относят от передатчика на такое расстояние, при котором стрелка его прибора находится в середине шкалы. Поворачивая сердечник «удлинительной» катушки L_6, добиваются наибольшего отклонения стрелки прибора волномера. Ток, потребляемый транзистором T_3 при настройке антенны в резонанс с частотой выходного каскада передатчика, должен увеличиться в 1,5—2 раза.

При настройке антенны может понадобиться подстройка выходного контура передатчика конденсатором C_9.

Последним проверяют работу модулятора. При нажатии любой из кнопок в телефонах, включенных параллельно вторичной обмотке $Тр_1$, должен появиться звук. Если звука нет, то проверяют детали и монтаж модулятора. Одной из ошибок в модуляторе может быть неправильная полярность включения диода $Д_1$.

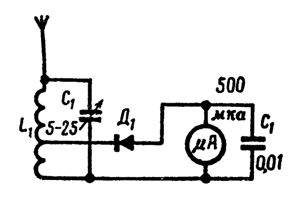


Рис. 46. Схема волномера (L_1 — 15 витков диаметром 15 *мм* провода ПЭЛ 0,8).

Для проверки частоты модулятора к обмотке II трансформатора $Тр_1$ парал-

лельно телефонам через конденсатор емкостью 0,01 подключают звуковой генератор. Нажав кнопку $Кн_1$, изменяют частоту генератора, подгоняя ее под частоту модулятора. При равенстве частот генератора и модулятора в телефонах слышен звук одного тона.

Частота модулятора при нажатии кнопки $Кн_1$ должна быть близкой к 3 000 *гц*. Подогнать эту частоту модулятора можно подбором емкости конденсатора C_{12}.

Точно так же настраивают модулятор на другие командные частоты: при нажатии кнопки $Кн_2$ — на частоту 3 500 *гц*, кнопки $Кн_3$ — на частоту 4 500 *гц* и кнопки $Кн_4$ — на частоту 4 000 *гц*.

При нажатии любой из кнопок модулятора ток выходного каскада передатчика должен возрастать на 20—30%.

Настроенный передатчик вставляют в металлический корпус.

Приемник

Принципиальная схема приемника радиоуправляемой модели, рассчитанного на совместную работу с описанным передатчиком, показана на рис. 47. Первый каскад приемника является сверхрегенеративным детектором. После детектирования сигнал усиливается трехкаскадным усилителем низкой частоты и подается на вход блока электронных реле дешифратора.

Преимущество сверхрегенератора — его большая чувствительность при малом числе деталей. Так как несущая командного сигнала не стабилизируется кварцем, то незначительный уход частоты передатчика существенно не скажется на работе приемника.

Сверхрегенеративный детектор собран на транзисторе T_1. Обратная положительная связь между коллекторной и базовой цепями осуществляется через конденсатор C_5. По высокой частоте нагрузкой каскада служит колебательный контур L_1C_3. Дроссель $Др_1$ преграждает путь токам высокой частоты в усилитель низкой частоты.

Резистор R_3 является нагрузкой детектора по низкой частоте. Одновременно на нем выделяется напряжение частоты гашения сверхрегенератора, которому путь к усилителю низкой частоты преграждает фильтр $C_6R_4C_7$.

С выхода усилителя низкой частоты сигнал через конденсатор C_{12} и резисторы R_{13}—R_{16} поступает на электронные реле дешифратора. Если на колебательный контур электронного реле, например на контур L_2C_{13}, подать переменное напряжение частотой 4 500 *гц*, причем колебательный контур настроен на эту частоту, на нем выделится максимальное напряжение этой частоты. При этом между базой и эмиттером транзистора T_5 потечет переменный ток, частично выпрямленный диодом $Д_1$. Создающееся на диоде напряжение со знаком минус подается на базу, а плюс — на эмиттер, обеспечивая необходимое смещение рабочей точки транзистора. Усиленный транзистором переменный ток создает на обмотке реле P_1 падение переменного напряжения, которое через конденсатор C_{14} подается в колебательный контур. Чем больше напряжение на контуре, тем больше будет выпрямляемое диодом напряжение, тем отрицательнее напряжение на базе и больше ток через транзистор. Наступает насыщение транзистора. В этот момент напряжение источника питания почти полностью оказывается приложенным к обмотке реле. При этом реле срабатывает, его контакты замыкаются и включают ходовой электродвигатель.

Точно так же работают три других электронных реле на транзисторах T_6—T_8, только их контуры настроены на другие командные частоты передатчика: контуры L_3C_{15} — на частоту 4 000 *гц*, контур L_4C_{17} на частоту 3 500 *гц*, контур L_5C_{20} — на частоту 3 000 *гц*. Резисторы R_{13}—R_{16} устраняют взаимосвязь между контурами реле.

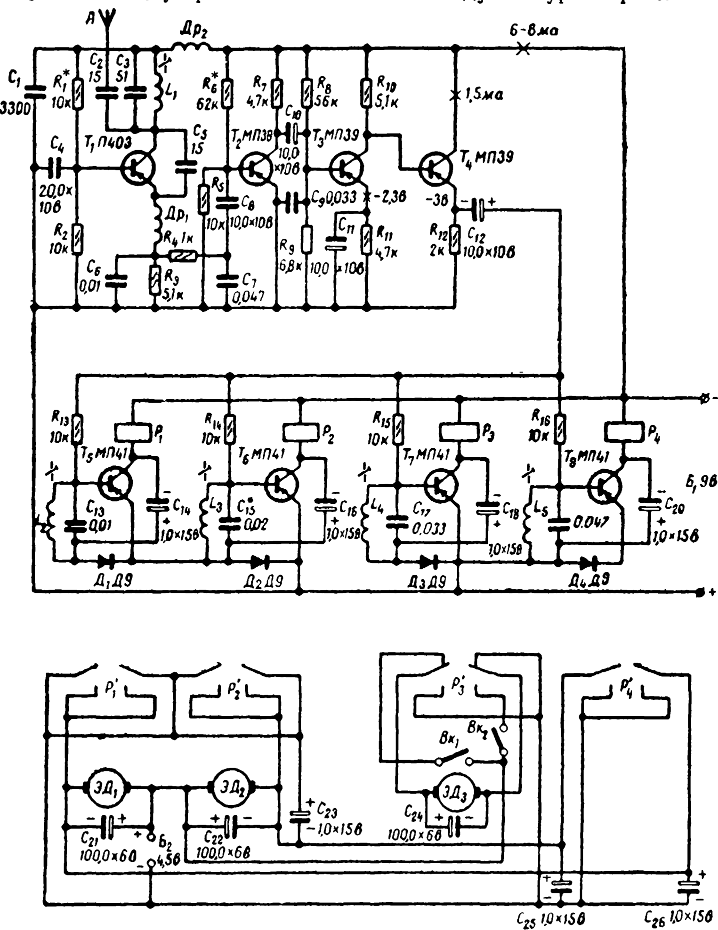


Рис. 47. Схема приемной аппаратуры радиоуправления моделями.

В приемной аппаратуре три исполнительных электродвигателя. При замыкании контактов P'_1, когда включается электродвигатель $ЭД_1$, модель будет поворачиваться вправо или влево. При замыкании контактов P'_2, когда включается электродвигатель $ЭД_2$, модель делает поворот в другую сторону, когда же сработает реле P_4 и его

контакты включат два электродвигателя — $ЭД_1$ и $ЭД_2$, модель будет двигаться прямо. Электродвигатель $ЭД_3$ предназначен для выполнения любой другой команды. В модели ракетоносца, где работала эта аппаратура, он применялся для подъема ракет. Выключатели $Вк_1$ и $Вк_2$ для этого случая являются конечными выключателями, разрывающими цепь питания электродвигателя при полном подъеме или опускании ракеты.

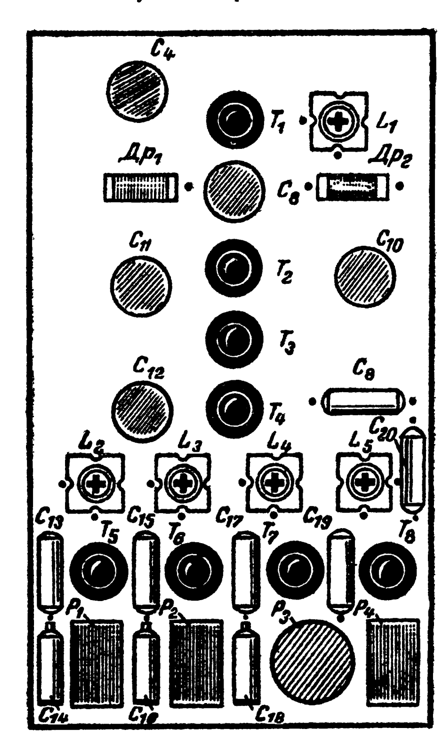


Рис. 48. Расположение деталей приемника и дешифратора на монтажной плате.

Электролитические конденсаторы C_{21}—C_{26} снижают уровень помех приемнику, создаваемых работающими электродвигателями.

Электродвигатели питаются от двух соединенных параллельно батарей КБС-Л-0,5.

Детали и конструкция. Детали приемника и электронных реле дешифратора смонтированы на плате размерами 135×80 *мм* (рис. 48).

Катушка L_1 сверхрегенеративного детектора намотана на полистироловом каркасе диаметром 6 *мм* с алюминиевым сердечником диаметром 4 *мм*. Катушка содержит 12 витков провода ПЭЛ 0,6, длина намотки 10 *мм*.

Дроссели $Др_1$ и $Др_2$ имеют одинаковые конструкции: на корпус резистора ВС-0,25 сопротивлением не менее 100 *ком* намотаны четыре секции из 2,5 *м* провода ПЭЛ 0,12.

В высокочастотной части приемника следует применить конденсаторы типа КТК или КДК.

Контурные катушки электронных реле намотаны проводом ПЭЛ 0,1 на четырехсекционных каркасах с сердечниками СЦР-1 (каркасы фильтров промежуточной частоты радиовещательных приемников). Катушки L_2 и L_3 содержат по 1 200 витков, L_4 — 1 400 витков, L_5 — 1 500 витков. Электромагнитные реле P_1, P_2, P_4 типа РЭС-10 или, в крайнем случае, типа РСМ, P_3 — типа РЭС-6. Сопротивление обмоток реле должно быть в пределах 400—600 *ом*. Контактные пружины нужно так отрегулировать, чтобы реле надежно срабатывали при токе 10—14 *ма*.

Монтаж приемника должен быть механически прочным.

Настройку приемника начинают с проверки усилителя низкой частоты. На вход усилителя параллельно конденсатору C_7 через резистор сопротивлением 100 *ком* подают сигнал звукового генератора частотой 1 000 *гц*, а к выходу усилителя (между плюсовым проводником и положительной обкладкой конденсатора C_{12}) подключают высокоомные телефоны. Изменяя сопротивление резистора R_6, добиваются наибольшего неискаженного усиления сигнала генератора. При отключении звукового генератора в телефонах должен прослушиваться характерный для сверхрегенеративного детектора шум, напоминающий звук примуса. Подбирая номинал резистора R_1, добиваются максимальной громкости этого шума. Далее по сигналу генератора высокой частоты контур L_1C_3 приемника настраивают на частоту 27,8 *Мгц* сердечником катушки L_1. Если частота контура значительно отличается от сигнала генератора, то сжимают или, наоборот, раздвигают витки катушки, добиваясь, чтобы настройка контура на частоту 27,8 *Мгц* была при среднем положении сердечника в катушке L_1.

Если сверхрегенератор не работает, то надо заменить транзистор T_1 — не все высокочастотные транзисторы хорошо работают в режиме сверхрегенеративного детектирования.

Окончательная настройка приемника производится при совместной работе с передатчиком. Включив передатчик, нажимают кнопку $Кн_4$ (частота модуляции 4 500 *гц*). Приемник, не подключая к нему антенну, располагают на расстоянии 20—80 *см* от передатчика и сердечником катушки L_1 настраивают его на несущую частоту передатчика. При точной настройке контура L_1C_3 на частоту передатчика сверхрегенеративный шум должен исчезнуть, а в телефонах, подключенных к выходу усилителя низкой частоты, должен громко прослушиваться тон модуляции. При этом на резисторе R_{10} должно развиваться переменное напряжение с частотой модуляции передатчика в пределах 1—4 *в*.

Теперь последовательно с обмоткой реле P_1 надо включить миллиамперметр на ток 50 *ма* и подбором конденсатора C_{13} контура L_2C_{13} добиться наибольшего тока через реле P_1. Затем изменяют сопротивление резистора R_1 (вместо него полезно поставить переменный резистор на 50 *ком*), устанавливают ток через реле P_1 10—12 *ма* — ток четкого срабатывания реле. Нужно добиться, чтобы с увеличением сопротивления резистора R_1 ток через реле резко уменьшался, а при уменьшении возрастал бы незначительно, а всякое изменение положения сердечника в катушке L_2 вызывало уменьшение тока в коллекторной цепи транзистора T_5.

Точно так же настраивают колебательные контуры трех других электронных реле. Может оказаться, что только сердечниками катушек не удается настроить контуры в резонанс с частотами модуляции передатчика. В таких случаях изменяют емкости конденсаторов, входящих в колебательные контуры, на 2 000—5 000 *пф*.

Хорошо налаженный приемник без подключения к нему антенны должен принимать сигналы передатчика на расстоянии до 50 *м* от него.

В зависимости от размеров модели устанавливаемые на ней приемник и блок электронных реле дешифратора могут быть смонтированы на отдельных платах. Антенной приемника может служить любой провод длиной около 1 *м* с хорошим изоляционным покрытием.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СОВЕТЫ

Даем несколько практических советов, которыми радиолюбители могут воспользоваться при конструировании радиотехнических устройств.

Шасси и некоторые приемы монтажа

В описаниях конструкций не всегда указывают размеры их шасси или панелей. Конструктор сам должен решить этот вопрос с учетом имеющихся деталей.

Шасси для ламповых конструкций рекомендуют делать из листового железа или дюралюминия марки АМ толщиной 1,5—2 *мм*. Шасси из более тонкого материала будет не жестким. Изгибать металл нужно по всей длине изгиба под прямым углом. Радиус закругления на сгибах должен быть минимальным.

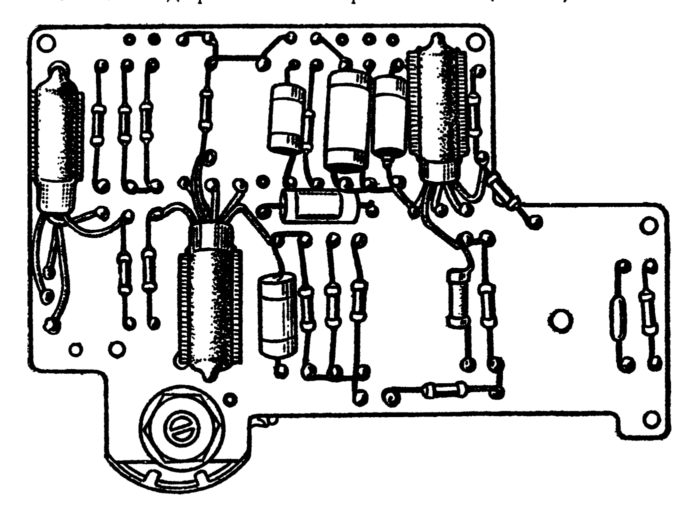


Рис. 49. Монтаж деталей на планках.

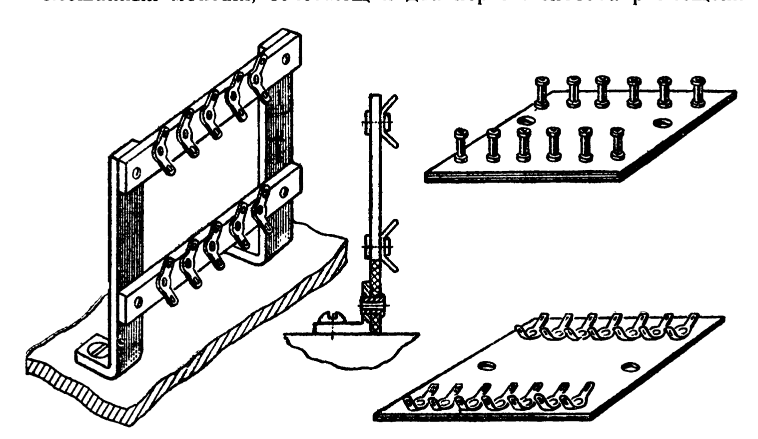
Места стыковки частей шасси можно пропаивать или склепывать, делая для этого при разметке шасси соответствующий припуск металла.

Крепление передней панели к шасси можно осуществлять при помощи заклепок или болтов. Не следует к передней панели припаивать токонесущие провода. Лучше проложить от панели к шасси луженую или посеребренную проволоку диаметром 1—2 *мм* и к ней припаивать токонесущие проводники и детали.

Все крупные детали крепятся на шасси при помощи болтов или шпилек с гайками, причем учитывается, что многие из них должны иметь с шасси надежный электрический контакт. Особенно это относится к экранам катушек, сердечникам низкочастотных трансформаторов и дросселей. Сначала на шасси крепят и монтируют ламповые

панельки, зажимы и гнезда, детали блока питания, затем конденсаторы, резисторы и другие малогабаритные детали. Переключатели диапазонов, высокочастотные катушки входных контуров, фильтров промежуточной частоты и конденсаторы переменной емкости монтируют в последнюю очередь.

Различают три основных вида электрического монтажа: планочный — когда конденсаторы, резисторы, полупроводниковые диоды и другие малогабаритные детали размещают на монтажных планках (рис. 49), беспланочный монтаж — когда малогабаритные детали размещают на опорных точках и лепестках крупных деталей (рис. 50) и смешанный монтаж, сочетающий два первых способа размещения

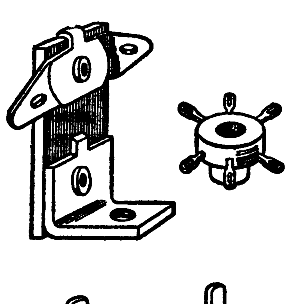


деталей (рис. 51). Выбор вида монтажа определяется требованиями, предъявляемыми к конструкции.

Детали транзисторных конструкций монтируют обычно на плоских платах из листового гетинакса, стеклотекстолита, органического стекла толщиной 1,5—2 *мм*. Выводы деталей припаивают к опорным точкам в виде пустотелых заклепок (пистоны) или штырьков диаметром 0,8—1 *мм*.

Сначала на бумаге в натуральную величину рисуют монтажную схему, намечают центры будущих отверстий под опорные точки, места крепления трансформаторов, громкоговорителя и других деталей. Затем выпиливают плату, наклеивают на нее рисунок монтажной схемы и шилом переносят все точки отверстий и деталей. После этого монтажную схему удаляют и сверлят в плате отверстия, делают нужные вырезы.

Диаметры отверстий под опорные точки зависят от диаметров штырьков



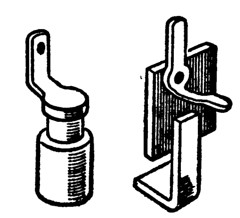


Рис. 50. Монтажные стойки.

или пистонов. Штырьки или заклепки должны прочно держаться в отверстиях в плате.

Самим сделать пустотелые заклепки можно так. В металлическом бруске толщиной 10—15 *мм* просверлить отверстие, равное диаметру будущих заклепок (обычно 2 *мм*). Можно просверлить несколько отверстий для пистонов разных диаметров. С наружных сторон бруска отверстия рассверлить сверлом несколько большего диаметра. Из луженой белой жести, мягкой латунной или медной фольги

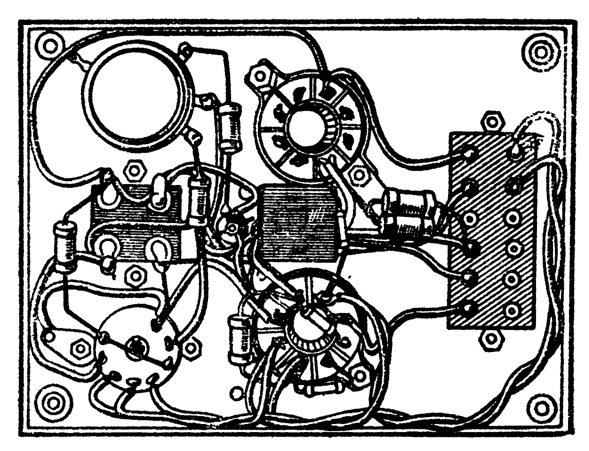


Рис. 51. Монтаж смешанным способом.

вырезают полоску, которую затем с помощью плоскогубцев протягивают через отверстие в металлическом бруске. Предварительно на концах заготовки ножницами делают косые срезы, чтобы она свободно входила в отверстие в бруске. В результате такой протяжки заготовка сворачивается в трубку.

В трубку вставляют с некоторым усилием проволоку и кусачками или шлицовкой нарезают пистоны нужной длины (3—4 *мм*), вставляют в отверстия в плате и расклепывают с обеих сторон при помощи кернера или выточенных для этой цели стержней с конусообразными концами.

Крепеж

Для крепления деталей широко используют винты, шпильки, заклепки и другой крепеж. Производя сборку конструкции, следует иметь в виду, что некоторые пары металлов являются несовместимыми: в месте их касания при попадании влаги образуются гальванические пары, вызывающие усиленную коррозию металлов, ослабляющие механическую прочность и нарушающие электрические контакты. По этой причине материал заклепок, например для крепления ламповых панелей, должен быть совместимым с металлом шасси.

Таблица 5

Материал	Алюминий	Бронза	Дюралюминий	Латунь	Медь	Никель	Олово	Припой ПОС	Сталь	Хром	Цинк
Алюминий	С	Н	С	Н	Н	Н	Н	Н	С	Н	С
Бронза	Н	С	Н	С	С	С	П	П	Н	С	Н
Дюралюминий	С	Н	С	Н	Н	Н	Н	Н	С	Н	С
Латунь	Н	С	Н	С	С	С	П	П	Н	С	Н
Медь	Н	С	Н	С	С	С	П	П	Н	С	Н
Никель	Н	С	Н	С	С	С	П	П	С	—	С
Олово	Н	П	Н	П	П	П	С	С	С	—	С
Припой ПОС	Н	П	Н	П	П	П	С	С	С	—	С
Хром	Н	С	Н	С	С	—	—	—	С	С	С
Цинк	С	Н	С	Н	Н	С	С	С	С	С	С

В табл. 5 приведены совместимые и несовместимые пары металлов. В ней буквой С обозначены совместимые пары, буквой Н — несовместимые пары, буквой П — совместимые при пайке, но несовместимые при непосредственном соприкосновении.

Флюсы для пайки

При монтаже радиоаппаратуры в качестве флюса применяют обычно канифоль, предохраняющую металл от окисления и образования оксидной пленки при нагревании. Готовую пайку протирают тряпочкой, смоченной в спирте, ацетоне или растворителе, удаляя остатки грязи и флюса, чтобы предотвратить окисление места пайки.

Прочную пайку с ровной поверхностью застывшего припоя можно получить, применив жидкий канифольный флюс: 20 *г* измельченной в порошок чистой канифоли, растворенной в 40 *г* спирта, бензина или скипидара. Такой флюс хранят в пузырьке с притертой пробкой.

В некоторых случаях вместо канифоли можно пользоваться ее заменителями, например смолой сосны или ели, канифольным лаком (продают в магазинах хозяйственных товаров). Канифольный лак можно использовать и для антикоррозионного покрытия металлов.

Ускорить процесс пайки, а в ряде случаев повысить качество соединений можно, применив вместо канифоли глицериновую пасту. С помощью такой пасты можно паять детали из самых разнообразных металлов и сплавов без предварительной зачистки или лужения, что особенно важно при пайке в труднодоступных местах. Состав глицериновой пасты (по весу): 48% веретенного масла, 12% пчелиного воска, 15% светлой канифоли, 15% глицерина, 10% насыщенного водного раствора хлористого цинка. В расплавленную канифоль добавлять веретенное масло, затем воск, глицерин и в последнюю очередь хлористый цинк.

Пайка алюминия

Трудность пайки алюминия заключается в том, что на его поверхности при нагреве образуется прочная пленка окисла. Эту пленку удаляют химическим или механическим способами.

Химически удалить пленку окисла можно следующим способом. Место пайки на алюминиевом шасси зачищают и наносят на него две-три капли насыщенного раствора медного купороса. К шасси подключают отрицательный полюс источника постоянного тока, а к положительному полюсу кусок медной проволоки, конец которой опускают в каплю медного купороса, но так, чтобы проволока не касалась шасси. При этом на металле шасси осядет слой красной меди, к которому хорошо «прилипает» припой. Источником тока может быть батарея КБС-Л-0,50.

При втором способе место пайки зачищают и заливают расплавленной канифолью. Канифоль густо посыпают железными опилками, а затем это место натирают горячим залуженным паяльником. Металлические опилки очистят поверхность алюминия от окислов, а припой на паяльнике облудит это место, к которому можно будет припаивать детали, проводники.

Алюминий можно паять специальным припоем, в который входят (по весу) 60% олова и 40% цинка. Место пайки зачищают и покрывают слоем вазелина. Залуженным паяльником с усилием натирают место спая, следя за тем, чтобы вазелин полностью не испарился. После такого лужения алюминия вазелин удаляют и пайку производят обычным способом.

Электрохимическое окрашивание металлов

При электрохимическом способе окрашивания черных и цветных металлов на их поверхности методом электролиза создают различные по окраске оксидные пленки, обладающие высокими защитными свойствами.

Металл, поверхности которого нужно придать другой цвет, погружают в электролит и пропускают через него электрический ток. Металл в этом случае является отрицательным электродом, его соединяют с отрицательным полюсом источника постоянного тока. Второй электрод — анод должен быть изготовлен из чистой меди. В зависимости от продолжительности электролиза на поверхности металла можно получить пленки различного цвета. При этом электролит остается неизменным.

Состав электролита: 1 *л* воды, 60 *г* медного купороса, 90 *г* сахара-рафинада и 45 *г* едкого натрия. В таком электролите можно окрашивать металлы в коричневый, фиолетовый, синий, голубой, светло-зеленый, желтый, оранжевый, красно-лиловый, зелено-синий или розово-красный цвета.

Медный купорос растворяют в 200 *г* воды, затем добавляют сахар-рафинад и помешивают до полного его растворения. Отдельно примерно в 200 *г* воды растворяют едкий натр и, помешивая, вливают в него небольшими порциями раствор медного купороса с сахаром. В полученный раствор добавляют воды до объема 1 *л*. Тщательно отполированную и обезжиренную деталь погружают в электролит (в стеклянной или эмалированной посуде) и только через 1—2 *мин* подключают источник тока.

Минус источника питания — на деталь, а плюс — на второй, медный электрод. Реостатом устанавливают нужный режим тока.

Рабочая температура электролита должна быть в пределах 25—40° С. Плотность тока (0,01 $а/дм^2$) регулируют реостатом. Источником тока может служить один элемент типа «Марс» или батарея КБС-Л-0,50.

При таком режиме для получения коричневого цвета длительность электролиза должна быть 2 *мин*, фиолетового — 2,5—3,5 *мин*, синего — 3—5 *мин*, голубого — 5—6 *мин*, бледно-зеленого — 6—8,5 *мин*, желтого — 8,5—12 *мин*, оранжевого — 12—13 *мин*, краснолилового — 13—15,5 *мин*, зелено-синего — 15,5—17 *мин*, зеленого — 17—21 *мин*, розово-красного — более 20 *мин*. При меньшей плотности тока смена цветов происходит медленнее.

Для получения более контрастных цветов в электролит можно добавить 20 *г* углекислого натрия (безводной соды). Если окраска оказалась неудачной, цветную пленку можно удалить, погрузив деталь на 1—2 *мин* в слабый раствор аммиака (нашатырный спирт).

По мере испарения электролита в него добавляют чистую воду, так как повышение концентрации электролита неблагоприятно сказывается на качестве окраски.

Окрашенные таким способом детали промывают и покрывают тонким слоем бесцветного лака.

Покрытие металла лаком «муар»

Перед покрытием лаком «муар» поверхность металлической детали обезжиривают путем прогревания в печи (духовке) в течение 15—20 *мин* при температуре 80—100° С, затем грунтуют жаростойкой эмалью, шпаклюют лаковой шпаклевкой и сушат. Когда деталь хорошо высохнет, ее обрабатывают пемзой с водой и наждачной бумагой, насухо протирают, с помощью пульверизатора покрывают ровным слоем лака «муар» и помещают на 10—15 *мин* в печь с температурой около 80° С.

Узор рисунка зависит от толщины покрытия и продолжительности прогрева детали. Когда на детали образуется узор, ее вынимают из печи на короткое время для частичного охлаждения, а затем снова помещают в печь для окончательной сушки лака. При температуре 120—150° С лак окончательно высыхает в течение 30—40 *мин*, а при более низкой температуре — в течение 2—3 *ч*.

Чтобы предохранить окрашенную поверхность от запыления, ее покрывают целлулоидным лаком: в ацетоне растворяют целлулоид до консистенции жидкого масляного лака и наносят его на поверхность ровным слоем при помощи тампона. После высыхания ацетона на поверхности остается прочная защитная пленка.

Серебрение медных деталей

Для катушек колебательных контуров УКВ диапазона применяют медный посеребренный провод. Серебрить медные провода и детали можно в растворе гипосульфита (фотографического закрепителя), в котором имеется азотнокислое серебро, получающееся при закреплении фотоматериалов.

Медный провод или деталь зачищают мелкой наждачной шкуркой, обезжиривают в кипящем 20%-ном растворе стиральной соды, тщательно промывают в проточной воде и, не касаясь руками, погружают в раствор гипосульфита с азотнокислым серебром. Через 2—3 *мин* деталь покрывается тонким слоем серебра. После этого деталь промывают в воде и полируют суконкой.

Еще один способ серебрения. В сосуд насыпают 2 *г* нашатыря, 4 *г* винного камня и 1 *г* ляписа, добавляют немного воды и размешивают до получения полужидкой кашицы, которой натирают медную деталь, предварительно очищенную и обезжиренную, пока она не приобретет серебряный блеск.

Обработка органического стекла

Благодаря высоким изоляционным свойствам и легкости обработки органическое стекло радиолюбители используют для панелей и шкалы приемников, изготовляют из него корпуса портативных приемников. При нагревании в кипящей воде органическое стекло размягчается и, становясь эластичным, легко гнется, вытягивается и с помощью пресс-формы ему можно придать любую форму.

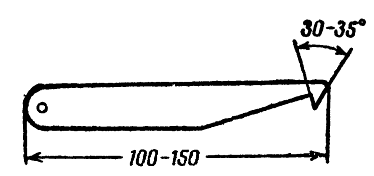


Рис. 52. Резак органического стекла.

Резанье. Резать органическое стекло удобно специальным резаком (рис. 52), сделанным из куска ножовочного полотна. Еще лучше получится резак из стали толщиною 1,5—2 *мм*. Лист оргстекла кладут на стол или доску с гладкой поверхностью и по линейке несколько раз с усилием проводят острием резака по линии отреза. После этого оргстекло сдвигают к краю стола или доски и ломают по линии надреза.

При разметке оргстекла нужно учитывать толщину резака.

Органическое стекло хорошо склеивается дихлорэтаном, несколько хуже — целлулоидным клеем и эмалитом (лак АН-1). Склеивать оргстекло можно раствором 5—6 *г* целлулоида в 50 *г* ацетона. Хороший клей получается при растворении 50 *г* стружек оргстекла в 10 *г* уксусной кислоты.

Окрашивание. Поверхность органического стекла можно окрашивать в любой цвет. Для этого берут 0,5 *г* красителя из набора реактивов для раскрашивания фотографий и растворяют его в 100 *см*³ метилового спирта. Раствор вливают в эмалированную ванночку, которую погружают в кипящую воду. Так как температура кипения спирта около 70° С, то краситель быстро закипает. Органическое стекло, предварительно прогретое в кипящей воде, погружают в краситель, через 1—3 *мин* краситель начинает проникать в поверхностный слой органического стекла и в дальнейшем не смывается.

Если воду нагревают на открытом огне, то необходимо соблюдать осторожность — кипящий спирт разбрызгивается и может воспламениться. В таких случаях надо заранее приготовить влажную тряпку и кусок фанеры, чтобы накрыть ими ванночку с воспламенившимся спиртом. Прозрачному оргстеклу можно придать молочно-белый оттенок, если продержать его 4—5 *ч* в кипящей воде.

Изготовление футляра для приемника. Футляр портативного приемника можно склеить из пластинок цветного или прозрачного органического стекла с последующей поверхностной покраской. Покраску производить пульверизатором с внутренней стороны футляра.

Футляр может быть штампованным — выдавленным из нагретого оргстекла. По форме будущего футляра и его крышки из сухого дерева (береза, бук) делают матрицы и пуансоны. Заготовки из органического стекла размягчают в кипящей воде или, что лучше, в масле, быстро вынимают из воды, накладывают на матрицу и вдавливают пуансоном с помощью столярной струбцины. Остывшие заготовки вынимают из матриц и, удаляя ножом и напильником лишний материал, подгоняют крышку к корпусу.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Г. Борисов, Ю. М. Отряшенков, Юный радиолюбитель, изд-во «Энергия», 1966.

2. В. А. Бурлянд, И. П. Жеребцов, Хрестоматия радиолюбителя, изд-во «Энергия», 1963.

3. Е. Айсберг. Радио? Это очень просто, Госэнергоиздат, 1963.

4. М. А. Згут. Наглядные пособия по радиотехнике, Связьиздат, 1958.

5. В. О. Буклер, Что нужно знать радиомонтажнику, изд-во «Энергия», 1967.

6. Р. М. Малинин, Справочник по транзисторным схемам, изд-во «Энергия», 1968.

7. Справочник начинающего радиолюбителя (под общей редакцией Р. М. Малинина), изд-во «Энергия», 1965.

8. «Радио», ежемесячный научно-популярный радиотехнический журнал.

СПРАВКИ

Адреса Центральных станций юных техников

РСФСР — Москва, А-55, Тихвинская ул., 39.
Украинской ССР — Киев-1, абонементный ящик 74.
Белорусской ССР — Минск, Красноармейская ул., 15.
Узбекской ССР — Ташкент, ул. Энгельса, 10.
Казахской ССР — Алма-Ата, 40, пр. Ю. Гагарина, 135-а.
Грузинской ССР — Тбилиси-6, пр. А. Церетели, 1.
Азербайджанской ССР — Баку, ул. Сурена Осипяна, 3.
Литовской ССР — Вильнюс, пр. Ленина, 34.
Киргизской ССР — Фрунзе, ул. Белинского, 2.
Таджикской ССР — Душанбе-13, проезд Юных натуралистов, 6.
Армянской ССР — Ереван, главный почтамт, п/я 59.
Туркменской ССР — Ашхабад, Первомайская ул., 14.

Областные станции юных техников имеются во всех областных центрах союзных республик, их адреса можно узнать в любом районном или городском отделе народного образования.

Консультации и советы по организации и работе кружков юных радиолюбителей дают местные, областные, краевые и республиканские внешкольные учреждения. Там же можно получить методическую литературу, описания различных конструкций для радиолюбителей.

Областные, краевые и республиканские станции юных техников организуют и проводят выставки радиолюбителей, соревнования юных радиолюбителей. Положения о выставках и соревнованиях можно получить на этих станциях юных техников.

Адреса редакций научно-технических и популярных журналов

«Радио» — Москва, К-61, Петровка, 26.

«Моделист-конструктор», «Техника молодежи» — Москва , А-55, Сущевская ул., 21.

«Юный техник» — Москва, К-104, Спиридоньевский переулок, 5.

«Знание — сила» — Москва, Ж-68, 3-й Автозаводской пр., 13.

«Книга — почтой»

Книги по радиотехнике можно выписать наложенным платежом (без задатка) через отделения «Книга — почтой», имеющиеся во всех республиканских, краевых и областных центрах СССР. Адрес центральной базы «Книга — почтой»: Москва, Ж-125, ст. Текстильщики, Остаповское шоссе, корпус 8, магазин № 89 Москниготорга.

Издательства и редакции журналов литературу не высылают.

«Союзпосылторг»

Радиодетали и радиотовары высылают Центральная торговая база «Союзпосылторг» и ее отделения, имеющиеся во всех республиканских, областных и краевых центрах СССР. Адрес Центральной базы: Москва, Е-126, ул. Авиамоторная, 50, отдел культтоваров.

Прейскуранты на радиотовары можно получить для ознакомления в почтовом отделении или запросить Центральную торговую базу.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Вознюк Владислав Владимирович

В помощь школьному радиокружку

Редактор *В. Г. Борисов*
Обложка художника *А. А. Иванова*
Технический редактор *О. Д. Кузнецова*
Корректор *Т. В. Воробьева*

Сдано в набор 16/IV 1970 г. Подписано к печати 20/VIII 1970 г. Т-12541
Формат 84×108[1]/32 Бумага типографская № 2 Усл. печ. л. 4,2
Уч.-изд. л. 5,53 Тираж 80 000 экз. Цена 23 коп. Зак. 496

Издательство «Энергия». Москва, Ж-114, Шлюзовая наб., 10.

Владимирская типография Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР.
Гор. Владимир, ул. Победы, д. 18-б.

Цена 23 коп.